



# Desenvolvimento de Novos Produtos na Categoria de Cerveja

Daniel Rocha

Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar

Departamento de Química e Bioquímica, FCUP

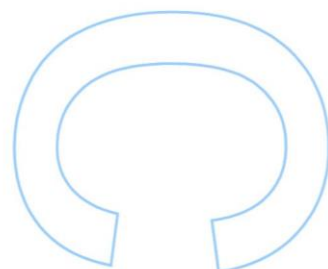
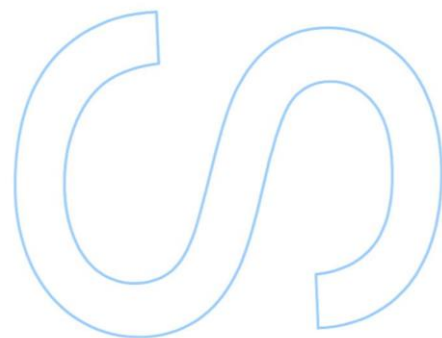
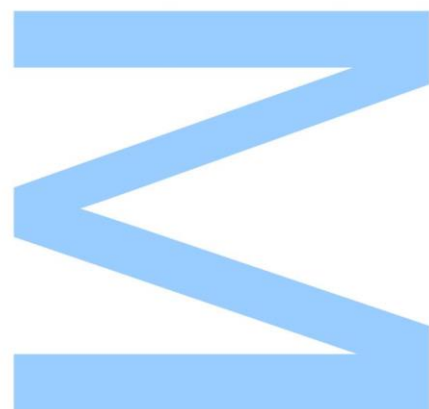
2016

## **Orientador**

Luís Guido, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da UP

## **Coorientador**

Ana Isabel Ribeiro, Gestora de Projetos, UNICER Bebidas, SA



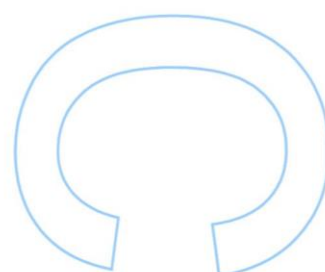
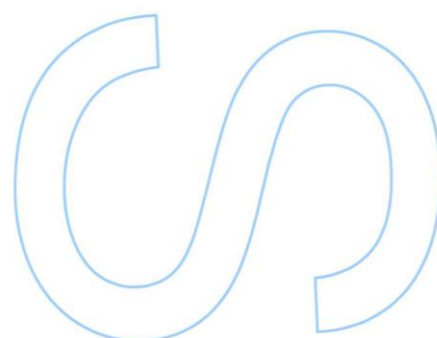
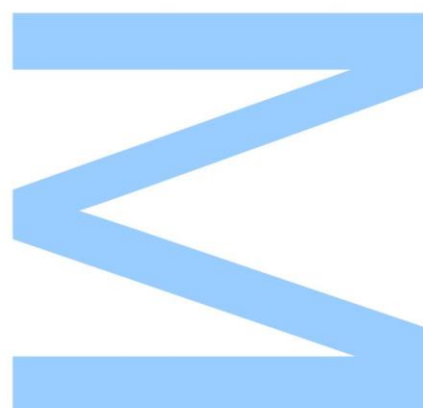


**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia



Todas as correções determinadas  
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.  
O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



## Agradecimentos

O estágio realizado na Unicer foi uma oportunidade única de aprendizagem. Nos nove meses de estágio adquiri muito conhecimento sobre formulação de cerveja e métodos de análise.

Quero agradecer ao Professor Luís Guido pelo apoio dado neste projeto.

Tudo isto foi possível pela ajuda única da Engenheira Ana Isabel Ribeiro, as suas orientações e ética de trabalho melhoraram o estágio curricular e fizeram-me crescer como pessoa.

O trabalho realizado não era possível sem o apoio da equipa da Inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos. Como tal quero agradecer á Doutora Cristina Silva, Catarina Lopes, Manuel Dias e Engenheiro Miguel Cancela.

Durante o estágio entrei em contacto com inúmeras pessoas que me ajudaram e apoiaram nas tarefas realizadas, agradeço o apoio da equipa do laboratório central da Unicer pela ajuda nas análises laboratoriais.

Agradeço aos meus colegas estagiários que me ajudaram durante os tempos difíceis, em especial à minha parceira de estágio Ana Capitão e à Inês Junqueira.

# Resumo

Lambic é um dos estilos mais tradicionais de cerveja. O seu método de produção, através de fermentação espontânea e armazenamento em barricas de carvalho, tem sido conservado desde a antiguidade. O consumo deste tipo de cerveja deu origem a várias subcategorias, sendo uma delas a Fruitbeer. Esta categoria é designada como uma cerveja que sofreu maturação na presença de fruta. O sucesso desta categoria diferenciou-a do estilo Lambic. Atualmente encontramos no mercado Fruitbeer produzida sobre estilos como Porter, Wheat e Lager.

O estágio realizado teve como objetivo a criação de uma cerveja Fruitbeer à base de cereja, denominada de Kriek. Neste caso, foi dada ênfase à cereja do Fundão como matéria-prima a utilizar.

Inicialmente foram estudados os produtos de mercado disponíveis em Portugal. Esta análise serviu como guia para o planeamento e escolha de matérias-primas. Em seguida, foram realizados ensaios laboratoriais para averiguar as qualidades organoléticas que diferentes misturas de cerejas conferiam a uma cerveja em fermentação.

Após esta primeira fase foram efetuados ensaios à escala piloto (500L) e, nestes ensaios, foi possível testar a etapa de adição de fruta mais adequada, os diferentes tipos de levedura e acertar a receita de malte, água e lúpulo. Através dos resultados obtidos foi possível formular uma receita de cerveja Fruitbeer, do estilo Kriek, capaz de competir com os produtos presentes no mercado.

Palavras-chave: Cereja, Maturação, Lambic, Kriek, Cerveja, Fermentação, Fruitbeer, Fundão

# Abstract

One of the most traditional styles of beer is Lambic. Since ancient times the production method of Lambic beer has been maintained. This style relays on spontaneous fermentation of the wort in oak barrels. Lambic style originated different types of beer. By adding fruit to beer in fermentation, the Fruitbeer style was created. The sweet, fruity notes of Fruitbeer distinguish the style from its creator Lambic beer. Recently, there is a wide range and variety of Fruitbeer, they can be made from styles as Porter, Wheat and Lager.

The main objective of this work was the development of a cherry Fruitbeer, formally called as Kriek. The integration of the Portuguese cherry from Fundão was one of the requirements for the project.

The first step aimed at studying the Fruitbeers obtainable on the Portuguese market. The results were used for picking the wright ingredients for the next trials. Then laboratory tests were performed to ascertain the organoleptic qualities of beer that was imparted with different cherries.

The next stage of tests was beer production on a 500L pilot scale. In these tests the most suitable step for adding fruit, various types of yeast and defined the recipe of malt, hops and water were tested. From the obtained results it was possible to formulate a Fruitbeer Kriek able to compete with products on the market.

Key Words: Fruitbeer, Cherry, Maturation, Lambic, Kriek, Fermentation Fruitbeer, Fundão

# Índice

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	iv
Abstract .....	v
Lista de Figuras .....	viii
Lista de Tabelas .....	ix
Lista de Abreviaturas .....	x
<b>1 Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Unicer – Bebidas, SA.....	2
<b>2 Revisão Bibliográfica</b> .....	<b>3</b>
2.1 Cerveja .....	3
2.2 Matérias-primas .....	3
2.2.1 Água .....	4
2.2.2 Malte .....	4
2.2.3 Cereais não maltados.....	4
2.2.4 Lúpulo.....	5
2.2.5 Levedura .....	5
2.3 Estilos de Cerveja.....	6
2.4 Produção de Cerveja .....	6
2.5 Fruitbeer .....	7
2.5.1 Origem e História.....	7
2.5.2 Matérias-primas.....	8
2.5.3 Produção Fruitbeer Kriek.....	9
2.6 Qualidade do Produto.....	16
2.6.1 Parâmetros Físico-químicos .....	16
2.6.2 Análise Microbiológica .....	21
2.6.3 Análises Sensoriais .....	21
<b>3 Material e Métodos</b> .....	<b>22</b>
3.1 Análises Físico-Químicas .....	22
3.1.1 Beer Analyser (Anton Paar).....	22
3.1.2 CO <sub>2</sub> .....	22
3.1.3 Amargor.....	22
3.1.4 SO <sub>2</sub> .....	23
3.1.5 Diacetilo.....	23
3.1.6 Turvação .....	23
3.1.7 Estabilidade de espuma .....	24
3.2 Análises Microbiológicas.....	24

3.2.1	Contagem de Células .....	24
3.2.2	Nocivos e não Nocivos .....	25
3.3	Análises Sensoriais .....	25
3.4	Material de Fabrico .....	26
<b>4</b>	<b>Descrição de Testes e Ensaios .....</b>	<b>27</b>
4.1	Etapa 1: Caracterização de uma Fruitbeer .....	27
4.2	Etapa 2: Ensaios Laboratoriais .....	27
4.3	Etapa 3: Fabricos de cerveja .....	28
4.3.1	Teste de matérias-primas .....	28
4.3.2	Ensaio de Maturação .....	29
4.3.3	Produto final .....	29
<b>5</b>	<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>30</b>
5.1	Caracterização de uma Fruitbeer .....	30
5.1.1	Produtos de Mercado .....	30
5.1.2	Tipos de Cereja .....	32
5.2	Ensaio Laboratorial .....	32
5.2.1	Fermentação de Fruta .....	32
5.2.2	Fermentação de diferentes tipos de cereja .....	33
5.3	Fabricos de cerveja .....	35
5.3.1	Maturação .....	39
5.3.2	Produto final .....	41
<b>6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>Trabalho Futuro .....</b>	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>50</b>
9.1	Boletim de Análise de qualidade organolética .....	50
9.2	Boletim da prova de preferência .....	51
9.3	Planeamento de fabrico .....	52
9.4	Dados das fermentações .....	53

## Lista de Figuras

Figura 1. Água, malte, cevada, flor de lúpulo e levedura em pó.....	3
Figura 2. Esquema de Produção de cerveja. ....	7
Figura 3. Cuba de arrefecimento, localizada no topo da fábrica exposta ao ar livre....	12
Figura 4. Gráfico das unidades formadoras de colónias de diferentes microrganismos ao longo do tempo. ....	13
Figura 5. Barrica com Cerveja Lambic. ....	14
Figura 6. Equipamento de fabrico caseiro Braumeister. ....	26
Figura 7. Barrica de carvalho francês utilizada para vinho do Porto. ....	26
Figura 8. Amostras início de fermentação, A - amoras inteiras, B - amoras trituradas, C - groselhas e D - framboesas. ....	32
Figura 9. Amostras fim de fermentação, A - amoras inteiras, B - amoras trituradas, C - groselhas e D - framboesas. ....	33
Figura 10. Gráfico de fermentação da cerveja A. ....	35
Figura 11. Gráfico de fermentação da cerveja D. ....	41
Figura 12. Harmonização de cerveja Kriek com diferentes alimentos. ....	45



## Lista de Tabelas

Tabela 1. Planeamento de produção .....	28
Tabela 2. Propriedades físico-químicas dos produtos de mercado .....	30
Tabela 3. Resultados da análise sensorial dos produtos de mercado .....	31
Tabela 4. Propriedades físico-químicas dos 3 tipos de cereja.....	32
Tabela 5. Propriedades físico-químicas das cervejas fermentadas com diferentes tipos de cereja.....	33
Tabela 6. Resultados da análise sensorial das cervejas fermentadas com diferentes tipos de cereja .....	34
Tabela 7. Propriedades físico-químicas e microbiológicas das cervejas engarrafadas A, B1, B2 e C .....	36
Tabela 8. Resultados da análise sensorial das cervejas A, B1, B2 e C.....	37
Tabela 9. Resultados da análise sensorial da cerveja A submetida a diferentes acertos. ....	38
Tabela 10. Propriedades físico-químicas e microbiológicas das cervejas engarrafadas A e AP.....	39
Tabela 11. Propriedades físico-químicas e microbiológicas das cervejas engarrafadas A*, D e DP .....	42
Tabela 12. Resultados da análise sensorial das cervejas A, AP, A*, D e DP .....	43

## Lista de Abreviaturas

°P – Grau Plato

U.A – Unidade de Amargo

EBC – European Brewery Convention

TCF – Tanque de cerveja filtrada

Wild – Mistura de leveduras e leveduras representativas de uma fermentação espontânea

# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

Cerveja é uma bebida alcoólica obtida pela conjugação de quatro ingredientes: água, cereais, lúpulo e levedura. Historiadores classificam cerveja como uma das bebidas alcoólicas mais antigas a ser consumida pelo homem. Desde a sua criação até aos dias de hoje a produção de cerveja foi analisada em detalhe. Louis Pasteur foi o primeiro investigador a identificar as leveduras como o agente responsável pela transformação do mosto de cevada em cerveja, na segunda metade do século XIX.

A criação de cerveja é um método complexo, desde a seleção das suas matérias-primas até às etapas de fabrico. Durante o procedimento de fabrico existem vários fatores que definem a qualidade do produto final e alterando estas condições as propriedades físico-químicas e organoléticas da cerveja sofrem modificações.

A compreensão completa do método de produção permite a criação de diferentes tipos de cerveja. As várias classes de cerveja são diferenciadas pela comparação de parâmetros como o tipo de Fermentação, Coloração, Extrato, pH, Teor alcoólico concentração de malte e lúpulo, tipo de maturação e matéria-prima utilizada (Willaert 2007; Kunze 2004; Oliver 2012).

Segundo a legislação referente à cerveja, nomeadamente a Portaria nº. 1/96 de 3 de Janeiro, esta classifica a mesma como “uma bebida obtida por fermentação alcoólica, mediante leveduras selecionadas do género *Saccharomyces*, de um mosto preparado a partir de malte de cereais, principalmente cevada, e outras matérias-primas amiláceas ou açucaradas, ao qual foram adicionadas flores de lúpulo ou seus derivados e água potável”. Em Portugal a diferenciação dos tipos de cerveja é feita tendo em conta o extrato primitivo, em graus Plato, teor alcoólico e tipo de fermentação, contudo existem mais fatores que definem uma classe de cerveja, como é o caso do método de maturação, ingredientes utilizados e forma de produção.

Atualmente, a cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo gerando bilhões de euros em receita anual num mercado com centenas de estilos de cerveja e milhares de cervejas diferentes. No entanto, o mercado português é dominado maioritariamente por duas marcas de cerveja que apresentam um leque reduzido de estilos de cerveja.

Nos últimos anos, o mercado nacional tem aumentado a sua procura de cervejas especiais, não só por curiosidade, como por aumento de apreciadores de cerveja. Este

aumento de procura levou à criação de micro cervejarias artesanais que disponibilizam cervejas de estilos diferentes das habitualmente comercializadas em Portugal.

Para acompanhar o crescimento do mercado nacional a empresa Unicer- Bebidas, SA produziu uma gama de cervejas designada Seleção 1927. Nesta série de cervejas artesanais existem vários estilos como IPA, Munich Dunkel e Babaria Weiss. De forma a aumentar o reportório de cervejas da gama Seleção 1927 a empresa desenvolve regularmente novos produtos (Unicer 2016c; Swersey 2015).

## 1.2 Objetivos

O estágio curricular teve como principal objetivo o desenvolvimento de uma cerveja artesanal na categoria de Fruitbeer. Sendo que o trabalho realizado pode ser dividido em cinco etapas:

- 1) Caracterização de Fruitbeer
- 2) Caracterização de Cerveja Kriek
- 3) Análise e comparação de tipos de fruta e preparados
- 4) Ensaios de produção em escala piloto
- 5) Análise sensorial e seleção das cervejas produzidas

Ao longo do desenvolvimento do produto foram sempre respeitados os requisitos expostos pela empresa, sendo estes:

- Cerveja do tipo artesanal ausente de aditivos e corantes;
- Cereja do Fundão como fruta a adicionar;
- Ter em consideração custos operacionais e replicabilidade de resultados/fabricos.

## 1.3 Unicer – Bebidas, SA

A origem desta empresa inicia-se a 7 de Março de 1890 quando sete firmas portuenses fabricantes de cerveja e refrigerantes se fundem para criar a Companhia União Fabril Portuense, popularizado como CUFP. Posteriormente, em 1977 ocorreu a transformação da CUFP em Unicer – União Cervejeira E.P, na qual foram fundidas á CUFP a COPEJA, a IMPERIAL e a RICAL. Atualmente, a empresa Unicer - Bebidas SA está presente no mercado Português com a produção e na distribuição de cerveja, refrigerantes, sidras, águas e vinhos.

Das instalações ao dispor da empresa, o polo industrial de Leça do Balio fundado em 1964 continua a ser o principal polo de produção e desenvolvimento de cervejas. O

estágio curricular foi realizado no Departamento de Investigação e Desenvolvimento de Novos Produtos da empresa situado no polo industrial de Leça do Balio(Unicer 2016a).

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Cerveja

Por definição, cerveja é uma bebida fermentada, obtida através da adição e processamento de quatro ingredientes principais: água, cereais, lúpulo e levedura. A sua produção pode ser dividida em três processos bioquímicos:

- Formação de enzimas no grão de cevada;
- Degradação do amido pelas enzimas formadas;
- Utilização dos açúcares obtidos da degradação do amido na fermentação alcoólica das leveduras.

Existe registo de produção de cerveja datado a 2800 anos AC na Mesopotâmia. No entanto, nesta altura, não eram conhecidos os microrganismos responsáveis pela transformação de mosto (água e cereais) em cerveja.

Nos dias de hoje a cerveja é um produto bem estudado e ainda mais comercializado. Só em Portugal a indústria cervejeira é responsável por milhares de postos de trabalho e receitas anuais na casa dos milhões de euros (Kunze 2004; Pires & Brányik 2015; Oliver 2012; Unicer 2016a).

### 2.2 Matérias-primas



Figura 1. Água, malte, cevada, flor de lúpulo e levedura em pó.

### 2.2.1 Água

A água é um ingrediente de grande importância na produção de cerveja, sendo aquele que se encontra em maior quantidade no produto final, aproximadamente 90%. No entanto, para fabricar uma cerveja de qualidade é necessário mais que uma água potável, pois os sais minerais presentes na água influenciam os processos enzimáticos e químicos que decorrem aquando da fermentação, contribuindo para as propriedades organoléticas e sensoriais do produto final.

De forma a caracterizar uma água é indispensável analisar vários parâmetros como, por exemplo, pH, cor, turbidez, dureza. Depois da sua caracterização, a água pode ser tratada com aditivos químicos para melhorar as suas propriedades e, tendo em conta custos operacionais, o tratamento mais simples será o escolhido.

Esta matéria-prima é de tal forma importante na produção de cerveja que influência a localização dos polos de indústrias cervejeiras, sendo que onde se encontra uma fonte de água de qualidade é normalmente o sítio indicado para construir um centro de produção de cerveja. Desta forma é possível diminuir os encargos de tratamento de águas baixando os custos de produção (Willaert 2007; Kunze 2004).

### 2.2.2 Malte

Malte é a designação utilizada ao cereal que sofre o processo de maltagem. Este processo é dividido, de forma geral, em três etapas: Molha do grão, Germinação e Secagem ou Torrefação. Esta transformação altera as propriedades dos cereais aumentando as suas quantidades enzimáticas e conferindo diferentes compostos responsáveis pelos aromas e cor do malte. As propriedades enzimáticas dos maltes são essenciais para a degradação do amido em açúcares simples, sendo estes que vão atribuir doçura à cerveja e depois de fermentados álcool e dióxido de carbono.

Os cereais mais utilizados neste processo são a Cevada e o Trigo, contudo, de um só cereal pode originar-se dezenas de maltes conforme as condições de maltagem utilizadas. Durante a produção de cerveja as características dos maltes utilizados vão definir o tipo de produto obtido no final (Steiner et al. 2012; Steiner et al. 2011).

### 2.2.3 Cereais não maltados

Os cereais não maltados têm vários propósitos no processo de produção, variando com o tipo utilizado. Os mais usados na indústria são o milho, trigo, arroz ou cevada. O arroz pode ser utilizado na fabricação de uma cerveja sem glúten, já o milho ou Gritz (depois de removida a gordura e ser moído) é utilizado como adjuvante de preço

reduzido pobre em proteínas e enzimas, transformando a cerveja num tipo mais leve e com uma cor menos intensa.

Com a utilização de cereais não maltados é preciso utilizar um malte rico em enzimas ou adicionar enzimas sintéticas para obter uma boa degradação do amido (Kunze 2004; Ray 2000).

#### 2.2.4 Lúpulo

O lúpulo, espécie *Humulus Lupulus*, é uma planta trepadeira, perene, da família *Cannabaceae*. Esta é caracterizada como dióica, pois as plantas femininas nascem separadas das masculinas.

No caso da produção de cerveja, só as inflorescências femininas (cones) é que têm interesse para o fabrico devido à sua composição rica em resinas e óleos essenciais, componentes que contribuem para as características do produto final.

Os óleos essenciais, resinas e alfa ácidos do lúpulo contribuem para o sabor amargo da cerveja, para a estabilidade da espuma e equilíbrio biológico, isto porque as características antissépticas dos seus constituintes previnem o desenvolvimento de contaminações biológicas (Steenackers et al. 2015; Vaughan et al. 2005).

#### 2.2.5 Levedura

A levedura é um microrganismo unicelular anaeróbico facultativo, isto é, pode obter a energia necessária para a sua subsistência na presença de oxigénio, processo de respiração, ou na ausência de oxigénio, processo de fermentação alcoólica (Kunze, 2004).

Na produção de cerveja estes microrganismos têm como função transformar os açúcares mais simples em álcool e dióxido de carbono. No entanto, existem produtos secundários do metabolismo da levedura como álcoois e ésteres que afetam o sabor e aroma do produto final. O tipo de levedura selecionada pode alterar o sabor da cerveja, desde floral até frutado ou mineral.

No total existem três tipos de fermentação de cerveja, sendo que esta é definida pela temperatura de fermentação, tipo de floculação e incubação. A *Saccharomyces cerevisiae* é a espécie mais utilizada em processos fermentativos com temperaturas altas, originando cervejas do tipo Ale. Para temperaturas mais baixas, utilizadas na produção de cerveja Lager, a espécie mais comum é a *Saccharomyces carlsbergensis*. (Kunze 2004; Pires & Brányik 2015)

Durante a fermentação a levedura flocula, as células agrupam-se formando agregados, os quais, após o término do processo fermentativo, sedimentam rapidamente (Lager) ou flutuam (Ale). Conforme a estripe de levedura utilizada os processos de recolha são diferentes.

Para além da fermentação alta e fermentação baixa existe uma fermentação denominada espontânea. Este tipo de fermentação resulta de uma incubação com a microflora do ar e não com uma estripe de levedura singular (Willaert 2007).

## 2.3 Estilos de Cerveja

A cerveja pode ser influenciada por diversos fatores, que acabam por lhe conferir características únicas, razão pela qual este produto pode ser classificado em categorias distintas. Em Portugal, a sua classificação legal, segundo a Portaria nº1/93 de 3 de Janeiro, é reduzida tendo em conta a percentagem de álcool, graus Plato e tipo de fermentação.

Na verdade existem dezenas de classificações e tipos de cerveja, variando conforme, por exemplo, o tipo de fermentação, cor da cerveja, matérias utilizadas, tipo de maturação ou quantidade de lúpulo adicionado.

Muitas das classificações vão ao encontro da história cervejeira, como é o exemplo da classificação de IPA. Este estilo de cerveja foi criado aquando da exportação de cerveja para a Índia. No caso da Lambic esta é uma classe de cerveja única e produzida exclusivamente no Senne River, Bélgica (England et al. 2015; Swersey 2015; Mignani et al. 2013).

## 2.4 Produção de Cerveja

Produção de cerveja é um método complexo onde estão evidentes várias etapas e transformações. Em seguida apresenta-se um esquema, figura 2, que de forma simples, explica as várias fases dos processos envolvidos na produção de cerveja (Kunze 2004).



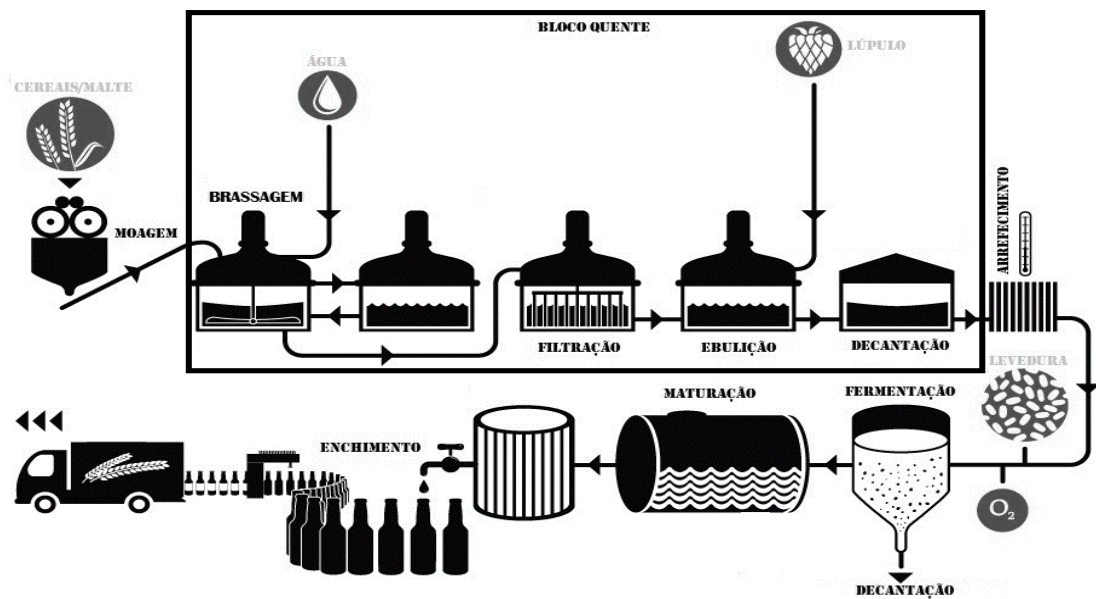


Figura 2. Esquema de Produção de cerveja.

## 2.5 Fruitbeer

### 2.5.1 Origem e História

Esta categoria de Cerveja, de origem Belga, é reconhecida pelo equilíbrio entre os aromas e sabores de frutos com o amargo e acidez de uma cerveja belga, sendo este balanço de sabores obtido pela adição de fruta durante a produção da cerveja.

A cerveja Lambic é caracterizada como uma cerveja de trigo muito amarga, produzida unicamente em Bruxelas e nos seus arredores. As técnicas de fermentação utilizadas durante a produção Lambic remetem para os tempos medievais, antes das descobertas de Louis Pasteur na área de microbiologia e do desenvolvimento de culturas de leveduras singulares estudadas por Emil Christian Hansen.

Apesar dos desenvolvimentos tecnológicos, a cerveja do tipo Lambic continua a ser produzida por fermentação espontânea através de incubação com a microflora natural da região de Senne River, Bélgica. As técnicas clássicas de produção limitam o fabrico para os meses frios entre Outubro e Abril quando a temperatura é inferior a 15 °C. A estimativa anual de produção de Lambic é de 370 000 hectolitros, valor bastante reduzido quando comparado com outros estilos de cerveja.

Um dos subtipos de cerveja Lambic é a Fruitbeer., sendo que estas são criadas sobre uma base de malte de trigo e conforme o fruto utilizado o nome da cerveja poderá ser: Kriek (cereja), Framboise (framboesa) ou Druiven (uva). Os aromas do fruto

adicionado harmonizam com o amargo e ácido da cerveja belga. O tipo mais comercializado de Fruitbeer é o Kriek, criado no passado com cerejas amargas de Schaarbeek.

O sucesso das Fruitbeer aumentou a sua produção tanto nas cervejarias Belgas, como Inglesas e Americanas. Atualmente, podemos encontrar em circulação Fruitbeers com bases diferentes da tradicional Lambic, como, por exemplo, Stout, Wheat Ale ou Porter (Spitaels et al. 2014; Spitaels, Wieme, et al. 2015; Keersmaecker 1996; Daenen et al. 2008; Spitaels, Van Kerrebroeck, et al. 2015).

## 2.5.2 Matérias-primas

O fabrico de uma Fruitbeer, com base semelhante à cerveja Lambic, utiliza as seguintes matérias-primas:

- Malte de trigo
- Malte de cevada
- Lúpulo envelhecido
- Levedura
- Fruta

A escolha de lúpulo envelhecido em vez de lúpulo fresco deve-se ao facto que, depois de exposto ao oxigénio do ar e à radiação solar, os alfa-ácidos presentes na flor de lúpulo são oxidados a beta-ácidos, sendo que os segundos contribuem em menor quantidade para o amargor da cerveja. No entanto, as características antissépticas e estabilizadoras de espuma permanecem no lúpulo envelhecido. Utilizando lúpulo envelhecido é possível criar uma cerveja com as vantagens do lúpulo mas sem o seu aroma e amargor, sendo mais fácil harmonizar a cerveja base com o fruto adicionado (Ray 2000; Keersmaecker 1996; Lam et al. 1986; Oliver 2012).

A quantidade de fruta adicionada à cerveja varia conforme o fruto e o processamento do mesmo, contudo o valor médio para fruta triturada é 227g de fruta triturada por 3,8L de cerveja (Ray 2000; Sanchez et al. 2015; Niu et al. 2011; Daenen et al. 2008).

O fruto pode sofrer três tipos de processamento antes de ser adicionado à cerveja, estes são:

- **Inteiro** - Neste tipo de abordagem existe menos transferência de compostos aromáticos da fruta para a mistura, no entanto, se estivermos a falar de frutas ácidas ou com sementes amargas este processo é o mais usado.

- **Sumo/Triturado** – Fruta triturada de forma a aumentar a área de contacto com a mistura e facilitar a transferência dos compostos aromáticos característicos da fruta para a cerveja.
- **Extrato** – Produto disponível todo o ano evitando a necessidade de armazenamento prévio e facilitando o fabrico. Apesar das suas vantagens, o sabor final adquirido pela cerveja pode ser identificado como artificial.

### 2.5.3 Produção Fruitbeer Kriek

A produção de Fruitbeer Kriek comercial é dividida nas seguintes fases:

1. Moagem
2. Brassagem
3. Filtração
4. Ebulição
5. Decantação
6. Arrefecimento e Incubação
7. Fermentação e maturação
8. Refermentação
9. Filtração
10. Adição de dióxido de carbono
11. Enchimento

Os pontos críticos da produção são a fermentação e a refermentação. Uma produção clássica de cerveja Kriek difere da apresentada no passo 9, pois, em vez de filtrada, a cerveja é decantada e criado um “Blend” com cerveja nova (rica em açúcares) para ser fermentada em garrafa (Keersmaecker 1996; Spitaels, Wieme, et al. 2015).

#### 2.5.3.1 Moagem

Para aumentar a disponibilidade das enzimas e dos açúcares presentes no interior dos cereais é efetuada uma moagem. Normalmente é utilizado um moinho de discos para quebrar as paredes dos grãos do cereal, exibindo a parte interna, denominado de endosperma.

Apesar de não contribuírem para o aroma ou sabor do produto final os envelopes do grão de cevada são mantidos, pois melhoram os rendimentos da filtração do mosto, tendo em conta que a granulometria final tem de ser adequada para a brassagem e posterior filtração. Uma moagem fina afeta a filtração do mosto, enquanto que uma moagem grosseira diminui a disponibilidade dos componentes do endosperma, diminuindo a extração de açúcares (Kunze 2004).

### 2.5.3.2 Brassagem

Esta é a etapa mais importante na produção de cerveja. O malte moído (Grist) é transferido para a caldeira de brassagem onde é adicionada água, criando uma mistura (Mash), sendo que esta vai ser submetida a diferentes temperaturas durante várias horas. O objetivo deste processo é a degradação das paredes celulares do malte, solubilização do amido e degradação proteica.

Durante o processo de brassagem as enzimas do malte responsáveis pela degradação do amido são a alfa-amilase, beta-amilase, dextrinase e maltase. A degradação de proteínas é efetuada por proteases como, por exemplo, endo-peptidase e carboxil-peptidase. É possível a degradação das paredes celulares pela atividade de enzimas como as glucanase, xilonase e arabinosidase.

De forma a otimizar a degradação do amido, este processo é dividido em quatro patamares de temperatura, sendo que cada um destes contribui com as condições ideais para a atividade enzimática. Os patamares referidos são:

- 45-50°C – degradação proteica e dos beta-glucanos das paredes celulares.
- 62-65°C – produção de maltose; temperatura ótima para a atividade da beta-amilase.
- 70-75°C – sacarificação; temperatura ótima para a atividade da alfa-amilase.
- 78°C – inativação das enzimas; estabilização dos açúcares fermentáveis.

Os compostos orgânicos fermentáveis extraídos do grist para o mosto são considerados como extrato, quanto melhor for a brassagem maior vai ser o extrato do mosto final (Kunze 2004; Steiner et al. 2012; Pires & Brányik 2015; Willaert 2007).

### 2.5.3.3 Filtração

Após a brassagem, é necessário separar o extrato líquido (mosto) da porção insolúvel (dreche). A filtração pode ser realizada num filtro de prensas ou numa cuba de filtro com um fundo falso.

De forma a otimizar a filtração, depois de extraído o mosto, é feita a lavagem da dreche com água quente à mesma temperatura do último patamar da brassagem (Mash out). O tipo de filtro utilizado e o tempo de filtração vão influenciar a cor e brilho do mosto, devido a uma maior ou menor presença de ácidos gordos, os quais influenciam o perfil aromático do produto final.

Esta etapa num filtro de cuba tem uma duração média de 3h, para um volume de 700L, a uma temperatura de, normalmente, 78 °C. Contudo, estes parâmetros podem ser alterados conforme o tipo de filtro utilizado e receita da cerveja (Kunze 2004; Unicer 2016b).

#### 2.5.3.4 Ebulição

Depois de filtrado o mosto é transferido para a caldeira de ebulição onde é adicionado o lúpulo e aumentada a temperatura até à ebulição. Nesta etapa decorrem vários processos como, por exemplo:

- Extração e transformação de compostos provenientes do lúpulo;
- Formação e precipitação de complexos de proteínas e polifenóis;
- Evaporação de água;
- Evaporação de compostos aromáticos indesejáveis;
- Esterilização do mosto;
- Destruição de enzimas;
- Diminuição do pH do mosto.

Nesta fase é necessário ajustar o tempo de ebulição tendo em conta a taxa de evaporação do mosto e o extrato desejado para o produto final. Para diminuir os custos operacionais são efetuados os cálculos da receita de malte, água a adicionar e água de lavagem para que uma hora de ebulição seja o tempo necessário para obter o extrato esperado (Kunze 2004; Unicer 2016b).

#### 2.5.3.5 Decantação

Durante a ebulição ocorre precipitação de complexos de proteínas e polifenóis, Trub. De forma a separar tanto estes resíduos como as partículas insolúveis do lúpulo é necessário efetuar uma decantação. Este processo pode ser realizado num decantador, por ação da gravidade, ou num Whirlpool, por ação da força centrífuga (Willaert 2007; Ray 2000).

### 2.5.3.6 Arrefecimento e Incubação

Depois da ebulição e decantação o mosto é transferido para cubas ventiladas (Coolships) com o ar do Senne River, durante 24h. Durante este tempo ocorre a diminuição da temperatura do mosto e incubação do mesmo com as bactérias e leveduras presentes na atmosfera, prática que se denomina de fermentação espontânea. Este processo é realizado na estação de Inverno, quando as temperaturas exteriores são baixas o suficiente para arrefecer o mosto. Apesar de ter poucos custos operacionais, o fabrico deste tipo de cerveja está restringido a uma estação do ano, diminuindo a produção anual (Keersmaecker 1996; Spitaels et al. 2014).



Figura 3. Cuba de arrefecimento, localizada no topo da fábrica exposta ao ar livre.

### 2.5.3.7 Fermentação e Maturação

Após incubação o mosto é transferido para Pipas de carvalho (previamente usadas para maturação de vinho tinto) e armazenado a temperaturas entre os 15°C e 25°C. O tempo de fermentação pode variar entre um ano a três anos. A presença de vários microrganismos fermentadores e o tempo elevado de fermentação contribuem para a criação de uma cerveja com atenuação muito alta.

Na fermentação espontânea é adequado mencionar a maturação como parte do processo fermentativo. Uma cerveja do tipo Lager demora, em média, três semanas a fermentar e mais oito ou nove dias a maturar, contudo, no caso da fermentação espontânea esta, demora anos a ser completada, pois diferentes leveduras e bactérias estão envolvidas no processo (Keersmaecker 1996; Spitaels, Van Kerrebroeck, et al. 2015).

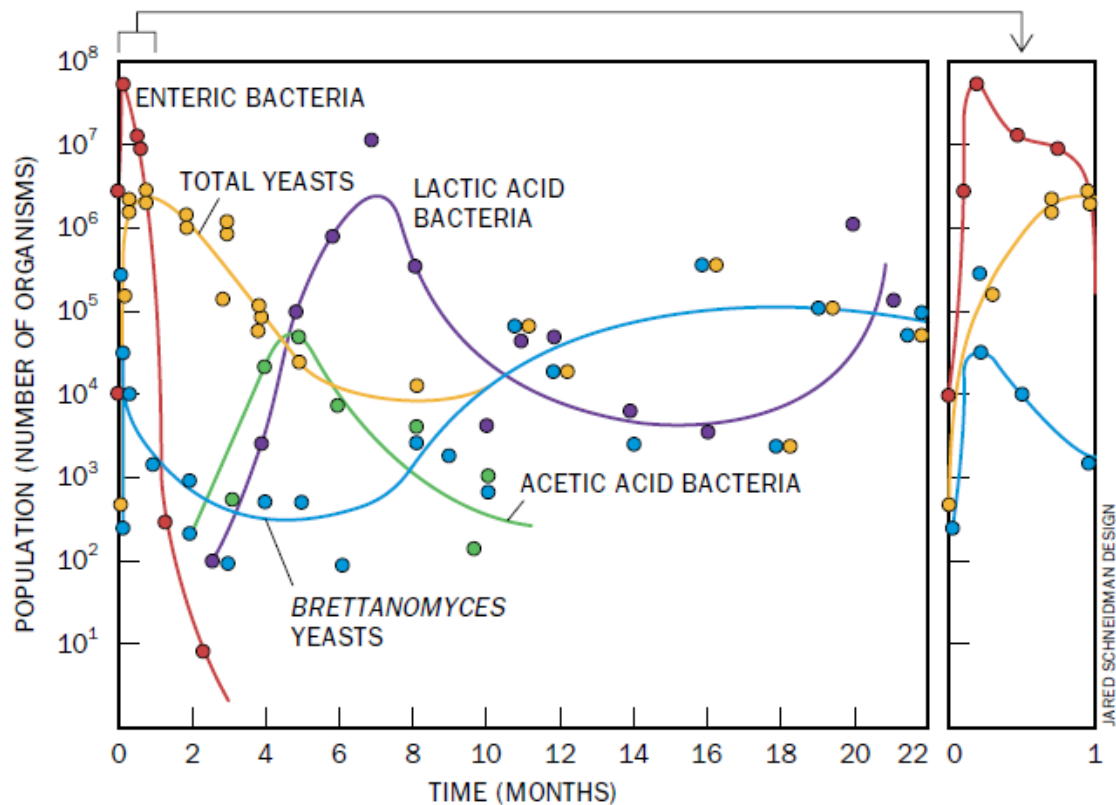


Figura 4. Gráfico das unidades formadoras de colónias de diferentes microrganismos ao longo do tempo.

Observando a figura 4 é possível dividir a fermentação espontânea em quatro fases:

**1ª Enterobacteriaceae** – Esta fase tem início entre o 3º e 7º dia da fermentação. Caracteriza-se pela atividade de *Enterobacter spp.*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*, *Hanseniaspora uvarum* e *Saccharomyces uvarum*. A duração desta fase varia entre 30 a 40 dias.

**2ª Fermentação Principal** – Inicia-se entre a 3ª e 4ª semana de fermentação. Esta fase é caracterizada pela atividade de *S. cerevisiae*, *S. bayanus/pastorianus* e *S. uvarum*.

**3ª Acidificação** – Tem início entre o 3º e 4º mês de fermentação. Nesta fase os principais contribuintes para o processo são *Pediococcus spp.*, *Lactobacillus spp.* e *Brettanomyces spp.*

**4ª Maturação** – Esta fase inicia-se no 10º mês de fermentação, sendo caracterizado pela diminuição das colónias de bactérias ácido-lácticas.

Depois de vários estudos ao processo de produção de cerveja Lambic clássica foi possível identificar as leveduras e bactérias que mais contribuem para os atributos

característicos de uma cerveja deste tipo. Atualmente, há forma de replicar este tipo de fermentação em laboratório através da seguinte seleção de bactérias e leveduras:

- *Saccharomyces*
- *Brettanomyces Lambicus*
- *Brettanomyces Bruxellensis*
- *Pediococcus*
- *Lactobacillus*

A utilização de barricas de carvalho francês em vez de cubas metálicas altera as propriedades da cerveja. Durante a maturação e fermentação existe transferência dos taninos e polifenóis presentes na madeira para a cerveja. O facto de se utilizar barricas usadas e não novas diminui o sabor a madeira transferido para a cerveja, contudo o produto utilizado anteriormente nas barricas, vinho tinto ou vinho do Porto, vai conferir um perfil aromático único à cerveja.



Figura 5. Barrica com Cerveja Lambic.

As transferências aromáticas são mais acentuadas à temperatura ambiente. Contudo, se houver refrigeração ocorre uma menor formação de aromas indesejados, como amanteigado ou ranço, mas a cerveja adquire menos aromas agradáveis, como tostado da madeira ou baunilha (Browning 2014; Wyler et al. 2015; Jourdes et al. 2011; Zhang et al. 2015).

### 2.5.3.8 Refermentação

Ao final de um ano de maturação é adicionada, à cerveja, o fruto. Neste caso é utilizada a cereja inteira e, para algumas marcas, até o talo verde é adicionado. Ao adicionar o fruto à cerveja, aumenta-se a quantidade de açúcar, desencadeando uma segunda fermentação, sendo que nesta etapa as leveduras ativas são as *Brettanomyces*. Estas leveduras são responsáveis pela hidrólise dos precursores aromáticos que se encontram glicosilados (inodoros) e que, posteriormente, libertam glícidos e compostos aromaticamente ativos que alteram o perfil sensorial da cerveja.

A refermentação só termina quando os aromas e sabores evidentes do fruto são transferidos para a cerveja (Keersmaecker 1996; Oliver 2012; Ray 2000).



### 2.5.3.9 Filtração

A cerveja é transferida das barricas de carvalho para cubas de inox de forma a facilitar o manuseamento e diminuir o risco de contaminações.

A filtração tem como objetivo principal a eliminação dos componentes não solúveis da fruta e dos agentes de turvação, como, por exemplo, levedura residual que persiste após o processo de maturação. Esta etapa é essencial para garantir que o produto final tem um aspeto visual de qualidade e a melhor estabilidade microbiológica, coloidal e organolética. O processo consiste em fazer passar a bebida por um meio filtrante apropriado, como, por exemplo, filtros de terra diatomáceas ou perlite.

Na indústria, a cerveja pode ser transferida através de um meio filtrante, como, por exemplo, um filtro de placas com Kieselguhr, ou utilizando uma centrífuga para separar os sólidos insolúveis. Após filtração a cerveja é transferida para tanques de cerveja filtrada (TCF) (Kunze 2004; Willaert 2007).

### 2.5.3.10 Adição de dióxido de carbono

Nesta etapa do processo são adicionados agentes estabilizadores, antioxidantes, adoçantes, extratos de sumo de cereja e dióxido de carbono. Os aditivos utilizados dão ênfase ao perfil aromático da cerveja aumentando a sua aceitação pelo público-alvo. Além disso, aumentam a estabilidade da cerveja e o seu tempo de prateleira.

As quantidades dos aditivos adicionados variam conforme os limites legais. No entanto, o extrato ou sumo de cereja adicionado pode variar entre 2% a 10% do volume final de produção.

Depois de carbonatada para uma concentração de 5,3 g/L a cerveja está pronta para o enchimento (Unicer 2016b; Kunze 2004; Keersmaecker 1996).

### 2.5.3.11 Enchimento

Nesta fase são analisados os parâmetros de qualidade da cerveja filtrada e assim que os valores alvo são alcançados é preparado o acondicionamento em garrafas de vidro para futura distribuição.

De seguida, realiza-se o enchimento, no qual a cerveja proveniente dos TCF é introduzida nas garrafas de vidro. Este procedimento é realizado de modo que a qualidade do produto e as suas características se mantenham intactas.

Para garantir a estabilidade biológica da cerveja é necessário efetuar a pasteurização do produto, neste caso através de uma pasteurização em túnel. As garrafas cheias são introduzidas num túnel onde jatos de água quente vão elevar a temperatura da cerveja até aos 60 °C, durante 20 minutos. Este tratamento elimina os microrganismos presentes na cerveja garantindo a sua estabilidade ao longo do tempo.

Depois de pasteurizadas, as garrafas são rotuladas e devidamente identificadas com o lote de fabrico, sendo que normalmente este lote contém um código onde indica o local de produção, a linha de enchimento, o dia e o turno de produção. Para facilitar a distribuição as cervejas são embaladas em conjuntos (de 6 cervejas até 24) e em seguida colocadas em paletes (Kunze 2004).

## 2.6 Qualidade do Produto

Durante o período de produção de cerveja até à sua distribuição é necessário monitorizar diferentes parâmetros físico-químicos, microbiológicos e organoléticos para garantir a qualidade do produto final.

### 2.6.1 Parâmetros Físico-químicos

#### 2.6.1.1 Extratos (primitivo, aparente e real)

O extrato primitivo indica o teor de açúcares fermentáveis totais presentes no mosto antes da fermentação ser iniciada. Este parâmetro é expresso em grau Plato (°P). Esta unidade de medida, que não pertence ao SI (Sistema Internacional), é uma expressão do teor de açúcares presentes no mosto, sendo que 10 °P corresponde a 10g de açúcar em 100g de mosto.

O extrato aparente indica a quantidade de açúcares ainda presentes no mosto em qualquer momento da fermentação. Neste caso é utilizado um método de medição que compara o peso dos sólidos dissolvidos com o peso da água.

Ao longo do processo fermentativo o mosto adquire álcool passando a ser uma mistura de água e álcool, sendo a gravidade específica do álcool menor que a da água o valor de extrato aparente é sempre menor que o valor real. Para corrigir este erro de medição são utilizadas as densidades do extrato, da água e do álcool nos cálculos referentes a este parâmetro. Recorrendo a fórmulas (Fórmula de Tabarié) é possível obter o valor de extrato real, que é o valor de extrato aparente corrigido para uma mistura de água e álcool (Unicer 2004a; Ray 2000).

### 2.6.1.2 Atenuação

Este parâmetro é representativo da percentagem de açúcares convertidos no processo fermentativo a álcool e dióxido de carbono. A atenuação é expressa em percentagem (%) (Unicer 2004a).

### 2.6.1.3 Álcool

O produto principal da fermentação do mosto é dióxido de carbono e etanol. Este parâmetro é importante para a estabilidade do produto e tem de estar apresentado no rótulo.

O teor de álcool é expresso por volume de produto (% v/v) e o seu método de determinação é através de um espectrómetro NIR (Near Infrared Reflectance) (Unicer 2004a).

### 2.6.1.4 pH

O parâmetro de pH varia muito ao longo do processo fermentativo. O mosto apresenta propriedades de uma solução tampão, contudo no decorrer do processo fermentativo os compostos tampão, aminoácidos livres e fosfatos primários são consumidos. A diminuição das capacidades tampão e a produção de ácidos orgânicos baixa o pH.

O mosto é considerado ideal se, no final da brassagem, se encontrar no intervalo de pH 5,0 a 5,5. Depois da fermentação este parâmetro deverá diminuir para um valor compreendido entre 4,2 e 4,6, numa cerveja do tipo Lager. O valor final de pH é influenciado pelo valor de pH do mosto, as suas capacidades tampão e o tipo de levedura e fermentação usada.

Uma cerveja Lambic Kriek apresenta um intervalo de valores pH mais baixos que o geral (cerveja Lager), estando este entre 3,2 e 3,9. A utilização de uma fermentação espontânea permite a presença de bactérias lácticas que acidificam o meio. A cereja adicionada tem normalmente um pH de 3,4, baixando ainda mais o pH da cerveja final (Unicer 2004a; Pires & Brányik 2015).

Este parâmetro é medido através de um eletrodo combinado de pH.

### 2.6.1.5 Coloração

A cor da cerveja é influenciada pelo malte utilizado e por outros ingredientes adicionados durante o fabrico. Ao longo do processo de produção é necessário avaliar

a cor da cerveja, o que geralmente acontece após a brassagem, depois da ebulição e, por fim, no produto final.

A cor adquirida pelo mosto é principalmente influenciada pelas melanoidinas do malte, produzidas pelas reações de Maillard durante a maltagem do cereal. Estas reações são provocadas pelo aumento de temperatura, sendo que diferentes métodos de secagem e diferentes cereais (concentrações de açúcares e aminoácidos diferentes) produzem cores diferentes. A cor também é influenciada pela etapa de ebulição, pois temperaturas altas promovem reações de Maillard e a evaporação da água, escurecendo o mosto.

A adição de cereja influencia a cor da cerveja final, pois os polifenóis e antocianinas presentes na cereja são transferidos para a cerveja, transformando a sua cor em vermelha e a espuma em rosa.

Na indústria cervejeira são utilizadas três escalas diferentes para a cor: a SRM (Standard Reference Method), a Lovibond e EBC (European Brewery Convention). As duas primeiras são idênticas em valor, contudo são aproximadamente duas vezes menores que a escala EBC. A metodologia EBC para a determinação da cor baseia-se na leitura da absorvância do produto, sendo expressa em unidades EBC (Kunze 2004; Ray 2000).

#### 2.6.1.6 Dióxido de Carbono

A concentração de  $\text{CO}_2$  influencia a qualidade da cerveja, pois, uma concentração baixa, altera o perfil sensorial do produto, deixando a sensação de uma cerveja aguada e “sem vida”, diminui a quantidade de espuma e a estabilidade microbiológica. Se a concentração de  $\text{CO}_2$  for elevada diminui a capacidade de consumo do produto, pois satura mais rápido o consumidor, e aumenta o risco de explosão da garrafa onde é armazenado.

A determinação do teor de  $\text{CO}_2$  presente no produto é baseada em medidores manométricos, através da medição da pressão da amostra a uma determinada temperatura. Utilizando as leis de Henry e Dalton sabemos que a uma temperatura definida, a concentração de um gás ideal dissolvido num líquido é proporcional à pressão parcial do gás na fase gasosa, em condições de equilíbrio. Este parâmetro é expresso em g/L (Kunze 2004).

### 2.6.1.7 Diacetilo

O diacetilo juntamente com a pentanodiona são produtos metabólicos secundários da fermentação dos açúcares pelas leveduras, sendo que ambas são dicetonas vicinais. A sua formação e eliminação é dividida em três etapas. Primeiro ocorre a formação dos seus precursores aquando da síntese de aminoácidos pela levedura, estes precursores não têm aroma ou sabor. A segunda etapa é quando os precursores são convertidos a diacetonas, os alfa-acetolactatos dão origem às dicetonas vicinais sendo que a pentanodiona é obtida por descarboxilação oxidativa. A terceira etapa é a redução das dicetonas. As leveduras convertem o diacetilo em acetoina e posteriormente em butanodiol.

As dicetonas vicinais, principalmente o diacetilo, têm um limite de perceção muito baixo. A presença em quantidades maiores que 0,15 mg/L, numa cerveja Lager, altera o perfil sensorial atribuindo um sabor amanteigado e a ranço.

A fase de maturação para uma cerveja Lager é concluída quando a concentração de diacetilo é inferior a 0,10 mg/L. A presença de contaminantes microbiológicos na cerveja aumenta a formação de dicetonas, mas não a sua eliminação.

Nem todos os estilos de cerveja são iguais, enquanto que numa cerveja Lager o limite é 0,10 mg/L, existem estilos mais fortes, como Porter, onde o sabor amanteigado é mascarado pelo tostado do malte permitindo valores maiores de diacetilo no produto final (Pires & Brányik 2015).

O método de análise do diacetilo e da pentanodiona na cerveja é através de cromatografia gasosa, sendo os resultados expressos em mg/L.

### 2.6.1.8 Estabilidade de Espuma

Um dos fatores mais notável quando se observa uma cerveja é a espuma. Este parâmetro é formado por um conjunto de propriedades da cerveja, sendo que uma boa espuma é resultado de uma cerveja bem carbonatada e com um bom nível proteico.

A espuma é formada pela libertação de bolhas de CO<sub>2</sub>, resultantes da redução de pressão. À medida que as bolhas atravessam a cerveja os tensioativos proteicos presentes na mesma vão formar uma camada à sua volta. Chegando à superfície do líquido ocorre expansão dos tensioativos criando uma camada elástica à volta da bolha de CO<sub>2</sub>. Quanto maior a quantidade de CO<sub>2</sub> dissolvida maior vai ser a quantidade de espuma, mas sem tensioativos esta não permanece estável e abate.

A espuma é influenciada por diversos fatores. A escolha de maltes escuros pouco ricos em proteínas diminui a qualidade da espuma e a presença de ácidos gordos

na cerveja impede a estabilização dos tensioativos proteicos. Uma filtração excessiva depois da maturação pode afetar a estabilidade da espuma removendo os seus tensioativos da cerveja (Unicer 2004h; Kunze 2004).

A estabilidade da espuma é medida utilizando o método de NIBEM, no qual é medido o tempo que um certo volume de espuma demora até abater 10 mm, 20 mm e 30 mm. Os valores ótimos encontram-se no intervalo entre 260 e 280 segundos.

#### 2.6.1.9 Amargor

O amargor representa a quantidade e tipo de lúpulo adicionado à cerveja. Como já foi mencionado, o lúpulo tem característica antissépticas, ajuda na estabilidade da espuma e atribui aromas e amargor à cerveja. As substâncias responsáveis pelo amargor da cerveja são os ácidos iso-alfa, resultantes do aquecimento dos alfa-ácidos extraídos das glândulas de lúpulo durante a ebulição.

Para analisar este parâmetro de qualidade é necessário extrair os ácidos iso-alfa, com iso-octano, e, posteriormente, analisar a solução através de espectrofotometria ultravioleta. Os valores obtidos são indicados em unidades de amargo ou IBU (International Bitterness Unit), sendo que 1 IBU representa 1 mg/L de ácidos iso-alfa em solução. Os limites de perceção variam entre os 4 mg/L até aos 11 mg/L (Ray 2000; Kunze 2004; Oliver 2012).

Apesar de forte em sabor e aroma podemos encontrar no mercado cervejas a variar entre os 10 IBU até os 110 IBU, perto do limite de solubilidade dos ácidos iso-alfa.

#### 2.6.1.10 Dióxido de Enxofre

Este composto é produzido naturalmente aquando da fermentação do mosto e, em quantidades reduzidas, menor que 10 mg/L, o SO<sub>2</sub> aumenta a estabilidade da cerveja protegendo a mesma contra oxidação, mantendo o produto fresco.

Em concentrações superiores a 10 mg/L este composto liberta um aroma sulfuroso, diminuindo a qualidade do produto, sendo que é obrigatório por lei mencionar no rótulo a sua presença quando em níveis altos (superior a 10 mg/L) (Unicer 2004e).

#### 2.6.1.11 Turvação

A turvação de uma cerveja deve-se à formação de pontes de hidrogénio entre proteínas e polifenóis e a ligação iónica de metais aos grupos laterais destes polímeros. Este parâmetro é medido através de um turbidímetro, que por sua vez se baseia na medição da intensidade da luz difundida pela cerveja. Os resultados obtidos são expressos em unidades EBC.

A medição da turvação é efetuada a 2 temperaturas diferentes, 20°C e 0°C também chamada de turvação total. Uma cerveja que se apresente turva nas duas medições tem turvação permanente. No entanto, em casos que só se verifique turvação a 0°C, esta denomina-se de turvação fria. Este fenómeno deve-se à ligação fraca entre os compostos responsáveis pela turvação, pois à temperatura ambiente a ligação entre compostos é desfavorecida diminuindo a turvação. Uma cerveja Lager normal apresenta valores de turvação a 20 °C de 0,8 EBC e turvação total de 2 até 3 EBC (Kunze 2004).

## 2.6.2 Análise Microbiológica

Como em qualquer produto alimentar a cerveja é monitorizada para a presença de microrganismos indesejados. No entanto, na produção de cerveja são utilizadas leveduras para a fase de fermentação, sendo este o principal mecanismo responsável por transformar mosto em cerveja. Tendo em conta este facto é importante, nesta monitorização, separar os microrganismos essenciais dos nocivos.

A cerveja é um meio seletivo de crescimento microbiano. O baixo pH, a quantidade de etanol, o ambiente anaeróbico e presença de CO<sub>2</sub> inibem o crescimento de vários tipos de leveduras e mofo. O meio de cultura utilizado nas análises microbiológicas é uma base universal de cerveja, para evitar falsos positivos com organismos inofensivos para a cerveja. Normalmente, uma cerveja contaminada é resultado de contaminação das matérias-primas ou do mau manuseamento do produto.

Alguns dos organismos prejudiciais ao produto (Cerveja Lager) são, por exemplo, os *Lactobacillus brevis*, *Pectinatus cerevisiophilus*, *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces selvagens* e *Brettanomyces* (Pires & Brányik 2015; Willaert 2007; Kunze 2004).

## 2.6.3 Análises Sensoriais

A análise sensorial tem como principal objetivo avaliar parâmetros impossíveis de determinar analiticamente como, por exemplo, a harmonização entre os diferentes aromas e sabores da cerveja, preferência de produto e características e defeitos deste.

Na indústria cervejeira é comum existir salas devidamente acondicionadas para efetuar provas sensoriais, assim como um painel de provadores treinados para detetar diferentes alterações aromáticas no produto avaliado.

Neste trabalho foram desenvolvidos 2 tipos de provas sensoriais, avaliação da qualidade organolética e prova de preferência (Unicer 2004c; Unicer 2004i).

## 3 Material e Métodos

### 3.1 Análises Físico-Químicas

#### 3.1.1 Beer Analyser (Anton Paar)

O Beer Analyser é um equipamento da Anton Paar que permite analisar parâmetros como extrato, atenuação, coloração, álcool e pH de uma cerveja independente da fase do processo em que se encontra.

Este analisador automático tem incluído um densitómetro digital que permite obter a leitura da densidade da cerveja através do método do tubo em U oscilante e que, posteriormente, é utilizado para determinar os valores dos extratos automaticamente. Está também integrado no equipamento um colorímetro e um medidor de pH.

O equipamento contém ainda um espectrómetro NIR (Near Infrared Reflectance), que permite a determinação da percentagem de álcool presente na cerveja, e de um potenciómetro, para obter valores de pH. Todas as amostras foram colocadas num banho de água a 20°C, filtradas e descarbonatadas antes de serem examinadas no equipamento (Unicer 2004a).

#### 3.1.2 CO<sub>2</sub>

Para a análise de dióxido de carbono foi utilizado um medidor de CO<sub>2</sub>, CarboQC, da Anton Paar. Este equipamento determina a pressão e temperatura do gás. Através de um algoritmo de cálculo introduzido no equipamento é possível relacionar os valores obtidos com o teor de CO<sub>2</sub>, em g/L. Antes de se iniciar a análise é necessário estabelecer um equilíbrio entre o CO<sub>2</sub> dissolvido e o CO<sub>2</sub> gasoso através da inversão repetida do recipiente que contém a amostra (Unicer 2004g).

#### 3.1.3 Amargor

O teor de amargor da cerveja é obtido maioritariamente através da isomerização de  $\alpha$ -ácidos. O método de análise utilizado para avaliar o teor de amargor é realizado através da extração das substâncias amargas presentes na cerveja, essencialmente iso- $\alpha$ -ácidos, através da acidificação com iso-octano, e posterior análise por espectrofotometria do ultravioleta.

Considerando a leitura da absorvência (A) num comprimento de onda de 275 nm, e a equação 1, é possível obter o valor de amargor (Am) em unidades de amargor (U.A.)(Unicer 2004b).



$$(1) Am = 50A$$

### 3.1.4 SO<sub>2</sub>

O dióxido de enxofre é produzido ao longo do processo de produção de cerveja, originando-se espontaneamente durante a fermentação. Este pode ter alguns benefícios quando encontrado na cerveja em pequenas concentrações, até 10 mg/L. Contudo, em quantidades superiores à referida concentração, pode ter um efeito indesejado no aroma da cerveja.

A análise da concentração de SO<sub>2</sub> na cerveja é realizada através de um sistema de fluxo segmentado, SKALAR San. Para tal, as amostras devem ser previamente armazenadas a 4°C e degaseificadas.

As amostras são acidificadas com ácido sulfúrico e aquecidas de forma a libertar o dióxido de enxofre que se encontra na cerveja sob a forma complexada. Posteriormente, o SO<sub>2</sub> é separado da solução por uma membrana de diálise e recolhido numa solução de formaldeído, onde ocorre a formação do ácido hidroximetanosulfónico. Este é de seguida convertido através de uma reação com *p*-rosalina, num complexo corado. Por fim, é feita a leitura de absorvência, num comprimento de onda de 560 nm, e através da reta de calibração obtém-se o valor de SO<sub>2</sub> (Unicer 2004e).

### 3.1.5 Diacetilo

O método de análise utilizado para este parâmetro é a cromatografia gasosa. Inicialmente a amostra é filtrada e degaseificada. Posteriormente a amostra é transferida para um *vial* e introduzida no cromatógrafo com injetor automático, à uma temperatura de injeção de 150 °C. A amostra é aquecida a 60 °C durante 90 minutos.

A amostra percorre uma coluna capilar de sílica fundida com 50 m de comprimento, 0,32 mm de diâmetro interno, 0,52 µ de fase estacionária, de metilfenil (5%) silicone. Após a separação na coluna, o diacetilo é detetado por um detetor de captura electrónica, com temperatura de 155 °C. O gás de arrasto utilizado neste método é azoto num fluxo de 1,1 mL/min. Os resultados obtidos foram padronizados com uma cerveja à qual foi adicionada uma concentração fixa de Diacetilo, padrão externo (Unicer 2004f).

### 3.1.6 Turvação

A turvação representa a quantidade de partículas que estão em suspensão na cerveja. A análise deste parâmetro é importante pois, geralmente, os consumidores associam a cerveja a um produto límpido e brilhante, havendo a necessidade do controlo

do aspeto visual do produto. Para tal, foram realizadas análises de turvação a 20°C e 0°C. A turvação a 0°C permite determinar se um produto, que aparenta ser límpido e brilhante a 20°C, fica turvo quando submetido a temperaturas mais baixas.

A turvação a 20°C e a 0°C foi medida através de um turbidímetro HZ-013, cujo funcionamento se baseia na intensidade da luz difundida pela amostra, detetando as partículas presentes na cerveja, principalmente aquelas que apresentam um tamanho inferior a 1 µm, e comparando com a intensidade da luz difundida pela suspensão-padrão. Para o caso da turvação a 20°C, a amostra foi colocada num banho à temperatura referida antes de se efetuar a análise. A amostra para turvação a 0°C foi colocada 24 horas num banho a 0°C e, posteriormente, analisada a essa temperatura. Os resultados obtidos são apresentados em unidades EBC (Unicer 2004k; Unicer 2004l).

### 3.1.7 Estabilidade de espuma

A estabilidade da espuma das amostras de cerveja foi determinada pelo método NIBEM. As amostras são preparadas num banho de água a 20 °C e, posteriormente, são colocadas num sistema de cinco agulhas composto por elétrodos que reagem à condutividade da espuma. A agulha central é a mais longa e por isso é submersa na cerveja, assim que uma das quatro agulhas exteriores toca na espuma, o movimento descendente do elétrodo estagna até que o contacto seja interrompido de novo, devido ao abatimento da espuma. O sistema automatizado efetua as medições a 10 mm, 20 mm, e 30 mm, as amostras são analisadas em duplicado (Unicer 2004h).

## 3.2 Análises Microbiológicas

### 3.2.1 Contagem de Células

Foi utilizado um contador eletrónico para a contagem de células. Este sistema determina o número de partículas em suspensão numa solução de eletrólito. É definido o tamanho mínimo no contador de células e este faz passar a amostra por um tubo capilar onde se encontram dois elétrodos que, pela pressão causada pelas partículas, criam um sinal permitindo contar as células em suspensão. É extraído 0,4 mL de amostra para um balão volumétrico de 200 mL perfazendo-se o volume com a solução de Isoton. Os resultados são expressos em milhões por mL (Unicer 2004d).

### 3.2.2 Nocivos e não Nocivos

Para avaliar a presença de microrganismos nocivos e não nocivos nas amostras de cerveja, recorreu-se à incubação das amostras num meio de cultura Universal Beer Agar (UBA). Este meio é preparado com a adição de actidione (antibiótico) que inibe o crescimento de leveduras, visto que este organismo é natural no produto. A separação entre nocivos e não nocivos deve-se ao tipo de condições a que foram submetidos os meios de cultura.

Recolheu-se 200 mL de amostra que depois de filtrada foi dividida por duas caixas de Petri com o meio de cultura UBA e actidione, foram incorporados 100 mL de amostra por espalhamento em caixas de Petri. A incubação foi realizada na estufa a 27 °C, sendo que as amostras para avaliar os microrganismos nocivos permaneceram na estufa durante 7 dias em condições de anaerobiose e para os não nocivos permaneceram na estufa por 3 dias mas em condições de aerobiose (Unicer 2004j).

No final da incubação as placas eram analisadas à lupa contando as unidades formadoras de colónias presentes.

## 3.3 Análises Sensoriais

Durante o estágio foram realizados dois tipos de análises sensoriais, análise da qualidade organolética do produto e prova descritiva de preferência. Todas as análises foram realizadas na sala de provas da empresa Unicer, que se encontra preparada para análises sensoriais, e os participantes eram provadores treinados pela empresa.

As avaliações organoléticas da qualidade do produto têm como objetivo identificar as principais qualidades e defeitos do produto através de comentários escritos num boletim de prova, que pode ser visualizado em anexo. Além disso, é também pedido aos provadores que atribuam uma pontuação ao produto de acordo com a escala apresentada abaixo (Unicer, 2004b):

- +1: Produto de ótima qualidade
- 0: Normal para este tipo de produto
- 1: Com defeitos aceitáveis para este tipo de produto
- 2: Com defeitos não aceitáveis para este tipo de produto
- 3: Com defeitos tão graves que requerem ação imediata

Os comentários obtidos são avaliados para verificar a presença de defeitos ou atributos diferentes dos alvo para o tipo de produto analisado. Em seguida, é efetuada a média das avaliações. Caso o valor obtido se encontre no intervalo de +1,0 e -0,9

considera-se o produto satisfatório. Para resultados compreendidos entre -1,0 e -1,4, considera-se o produto insatisfatório e com necessidade de melhorias. Por fim, se a avaliação se encontrar no intervalo de -1,5 a -3,0 o produto é retirado e analisado até se encontrar o defeito ou causa da alteração.

Nas provas de preferência são distribuídos os boletins de prova, que pode ser observado em anexo, e através da divisão de qualidades pode-se avaliar a preferência quanto ao sabor, aroma, cor/aparência e por final apreciação global. Depois da avaliação é possível tratar os dados e identificar as melhores características de cada produto (Unicer 2004c; Unicer 2004i).

### 3.4 Material de Fabrico

Parte dos ensaios realizados em escala de 30L foram executados com o material de fabrico caseiro (HomeBrew) da marca Braumeister. Os procedimentos de fabrico foram realizados segundo o manual de instruções do produto. (Braumeister 2014)

Os ensaios efetuados na escala de 500 L de cerveja foram desenvolvidos na Instalação Piloto da Unicer. Estas instalações são dedicadas para ensaios de produtos novos, sendo o seu limite de produção é de 600L de cerveja e o limite de armazenamento é 6000L dividido por 10 cubas.

Durante os ensaios de maturação foram utilizadas lascas de carvalho francês com uma tosta média, assim como uma barrica de carvalho francês de 250 L previamente usada para o envelhecimento de vinho do Porto.



Figura 6. Equipamento de fabrico caseiro Braumeister.



Figura 7. Barrica de carvalho francês utilizada para vinho do Porto.

## 4 Descrição de Testes e Ensaios

O trabalho realizado durante o estágio curricular é dividido em três etapas distintas, desde o trabalho de pesquisa e familiarização com os meios de trabalho até à prova da cerveja final. Contudo, o planeamento efetuado foi alterado e melhorado conforme os resultados obtidos, tanto para resultados insatisfatórios, como para bons resultados.

### 4.1 Etapa 1: Caracterização de uma Fruitbeer

Uma das etapas mais importantes do processo é caracterizada pela procura de conhecimento. Para desenvolver um produto novo na categoria de Fruitbeer foi necessário estudar a origem, os meios de fabrico (artesanal e industrial) e os produtos de mercado.

Foram adquiridas cervejas da categoria de Fruitbeer de diferentes marcas e, depois de analisados os parâmetros físico-químicos e organoléticos das cervejas, foi possível identificar os valores esperados e mais desejados no produto final.

Apesar do objetivo ser a utilização da cereja do Fundão como fruta a adicionar, era de interesse analisar outras amostras para caso a cereja do fundão apresentar resultados indesejados. Posto isto nesta etapa foram adquiridas diferentes amostras de cereja.

### 4.2 Etapa 2: Ensaios Laboratoriais

No início do projeto foram realizados testes laboratoriais para caracterizar uma fermentação de mosto com fruta e para selecionar o tipo de cereja mais indicada para o produto final. Para tal foram realizados dois testes laboratoriais.

O primeiro teste consistiu em analisar a decomposição de fruta adicionada ao mosto de cerveja, juntamente com a levedura. A uma amostra de 600 mL de cerveja no final de fermentação foi adicionada levedura do tipo Lager para uma concentração final de 5 milhões por mL. Posteriormente foi adicionado 10% do volume final em fruta. Depois de 5 dias de fermentação à temperatura ambiente foi avaliada a cor do mosto e decomposição da fruta. As frutas utilizadas neste ensaio foram amoras inteiras, amoras trituradas no almofariz, groselhas e framboesas.

Para além da cereja do Fundão existiam 2 tipos de cereja promissores para a criação da Fruitbeer, cereja Griotte e cereja Negra. Para avaliar o desempenho e propriedades de cada fruta, quando fermentada em mosto de cerveja, foram realizados ensaios de fermentação em fermentadores artesanais de 30L. Ao fermentador foram

adicionados 10L de cerveja de malte de trigo, levedura Lager para uma concentração de 10 milhões por mL e 10% do volume final em polpa de cereja. A fermentação à temperatura ambiente foi monitorizada com análises diárias, depois de fermentada a cerveja foi estabilizada no frio a 4 °C, decantada e analisada em prova sensorial.

### 4.3 Etapa 3: Fabricos de cerveja

As produções de cerveja na instalação piloto podem ser divididas em três fases:

- 1. Teste das matérias-primas
- 2. Ensaios de maturação
- 3. Produto final

Todos os ensaios foram acompanhados e monitorizados desde a escolha das matérias-primas até ao enchimento manual da cerveja. Toda a cerveja foi pasteurizada por imersão a 30 unidades de pasteurização.

#### 4.3.1 Teste de matérias-primas

Tendo em conta a literatura e produtos de mercado foi concebida uma receita à base de malte de Pilsen e malte de Trigo. Um exemplo do plano de fabrico pode ser consultado em anexo. Em todos os ensaios foi adicionado 10% do volume da caldeira de ebulição em polpa de cereja e quantidades reduzidas de lúpulo Nugget, de forma a atingir 15 U.A.

Nesta fase de ensaios foi possível comparar o efeito da etapa de adição da polpa de cereja, do tipo de levedura utilizada e das qualidades da receita criada. As cervejas depois de engarrafadas foram testadas comparando a sua qualidade organolética e preferência.

Na tabela 1 é possível observar o plano de ensaios para os fabricos de cerveja à escala piloto, onde estão também identificadas as principais diferenças entre os diferentes ensaios. Devido à quantidade de levedura disponível, o fabrico da cerveja B foi dividido por duas cubas de inox, dando origem à cerveja B1 e B2.

Tabela 1. Planeamento de produção

Cerveja	Adição de cereja	Levedura	Temperatura de Fermentação
---------	------------------	----------	----------------------------

A	Arrefecimento	Lager	12 °C
B1	5 minutos antes do fim de ebulição	Wild	22 °C
B2	5 minutos antes do fim de ebulição	Ale	18 °C
C	Final da fermentação	Lager	12 °C

### 4.3.2 Ensaio de Maturação

Para aumentar as características sensoriais do produto final foram realizados ensaios de maturação com lascas de carvalho francês clássico e com uma barrica de carvalho francês previamente utilizada para envelhecimento de vinho do Porto.

A cerveja A, depois de fermentada, foi parcialmente transferida para a barrica de 225L onde permaneceu a maturar à temperatura ambiente. A restante cerveja A que permaneceu na cuba foi sujeita a uma maturação com lascas de madeira, que foram previamente esterilizadas e colocadas num saco de musselina, para fácil introdução e retiro da cuba. Semanalmente, eram retiradas amostras da barrica e da cuba em maturação para análise sensorial juntamente com um branco da cerveja A.

### 4.3.3 Produto final

Depois de analisados os resultados das cervejas criadas, foi planeada a receita da cerveja final, D. As características preferenciadas nos produtos criados ao longo do estágio foram selecionadas para o produto final. A produção foi realizada conforme o plano de fabrico identificado em anexo. As matérias-primas utilizadas foram:

- Malte Pilsen, Trigo e CaraRed
- Levedura Lager
- Adição de polpa de cereja 5 minutos antes do fim de ebulição
- Cereja do Fundão como fruta adicionada
- 15 % de fruta adicionada
- Um mês de maturação em barrica de carvalho francês
- Acerto da cor com adição de 1 % de sumo de cereja

Para concluir quais das cervejas criadas era a mais indicada para apresentar à empresa, efetuou-se uma prova de preferência com uma seleção interna das melhores cervejas criadas durante este projeto.

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Caracterização de uma Fruitbeer

#### 5.1.1 Produtos de Mercado

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa sobre os pontos de venda de cervejas Kriek. Depois da aquisição destas mesmas cervejas, os produtos de mercado foram analisados e na tabela 2 podem-se observar os resultados obtidos.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas dos produtos de mercado

Cerveja	Extrato Primitivo °P	Álcool %(v/v)	Extrato Real °P	Atenuação Real %	pH	Coloração EBC	Amargor U.A
Delirium Red	19,04	7,58	8,12	60,0	3,80	56,1	49
Timmermans Kriek	11,70	3,52	6,40	47,0	3,48	18,3	14
Liefmans Kriek	15,39	6,14	6,30	61,0	3,46	55,2	10
Lindemans Kriek	14,53	3,31	9,69	35,0	3,19	45,8	14
Mort Subite Kriek	14,08	3,99	8,19	44,0	3,39	29,1	16
St. Louis Kriek	14,35	3,30	9,52	35,0	3,24	30,6	11
Cantillon 100% Lambic Kriek	14,13	6,15	4,92	67,0	3,43	29,8	10

Foram analisadas sete cervejas Kriek de origem Belga. Comparando os valores de extrato real e atenuação podemos dividir as cervejas em 2 classes, cerveja clássica, sem corantes e estabilizadores, Cantillon e Liefmans Curvé, e a classe mais industrial com adição de sumo de cereja, adoçantes, antioxidantes e estabilizadores. Quando é adicionado açúcar ao produto final o extrato real aumenta e a atenuação baixa, sendo que a atenuação possui geralmente um valor superior a 60%.

Os valores obtidos apresentam um pH e amargor baixo comparados com outras classes de cerveja, a % de álcool varia conforme a classe de Kriek, sendo inferior para a classe industrial. Contudo, a cerveja Delirium Red é um outlier, apresentando extrato primitivo elevado, percentagem de álcool e amargor elevado. A coloração em média encontra-se nos 30,6 EBC devido à opacidade e cor adquirida pelos componentes da cereja.



Analizou-se o perfil sensorial das cervejas e foi realizada uma prova de preferência. Os valores obtidos, tabela 3, indicam uma preferência de cor para a cerveja Cantillon e uma preferência de aroma, sabor e geral para a Mort Subite. A avaliação de qualidade da Cantillon foi insatisfatória, não por defeito do produto mas por falta de conhecimento da classe estudada.

Tabela 3. Resultados da análise sensorial dos produtos de mercado

Nome	Ingredientes	Preferência				Avaliação Global Média*
		Cor	Aroma	Sabor	Global	
Mort Subite Kriek	Água Malte de cevada Açúcar Cereja e sumo de cereja (23%) Trigo Aromas Lúpulo Edulcorantes	2	1	1	1	-0,3
Lindermans Kriek	Água Malte de cevada Açúcar Cereja e sumo de cereja (20%) Trigo Aromas Lúpulo Edulcorantes	5	1	2	2	-0,3
Timmermans Lambic Kriek	Água Malte de cevada Açúcar Sumo de frutas (cerejas 2,2%, sabugueiro 2%) Trigo Aromas Lúpulo Antioxidantes E300, E330	5	3	4	4	-0,6
St.Louis Kriek	Água Malte de cevada Açúcar Cereja e sumo de cereja Trigo Aromas Lúpulo Edulcorantes Antioxidantes	3	4	4	3	-1,0
Delirium Red	Água Malte de Cevada Trigo Cerejas Sumo de cerejas Lúpulo Leveduras Aromas Edulcorantes	4	2	3	3	-0,6
Cantillon 100% Lambic Kriek	Água Malte de cevada Trigo Cereja Lúpulo	1	5	5	5	-1,7

## 5.1.2 Tipos de Cereja

No início deste projeto foram analisados três tipos de cereja, do Fundão, Griotte e Negra. Na tabela 4 encontram-se os resultados obtidos.

Tabela 4. Propriedades físico-químicas dos 3 tipos de cereja

Nome	Espécie	Origem	Brix	pH	Cor
Fundão	<i>Prunus avium</i>	Portugal	20	3,90	Vermelho acastanhado
Griotte	<i>Prunus cerasus</i>	Polónia	16	3,10	Vermelho claro
Negra	<i>Prunus serotina</i>	Grécia	17	3,85	Violeta escuro

Na tabela 4 estão expressos valores de açúcares em unidades de Brix. Esta unidade representa a quantidade de sacarose presente numa mistura, ou seja, 1 grau Brix indica que 1 g de sacarose está presente em 100 g de mistura.

A cereja Griotte apresenta o pH mais baixo, enquanto que a cereja do fundão tem um brix elevado, mas uma cor muito escura e acastanhada. A cereja negra tem um brix elevado e uma cor violeta escura. Apesar de a cereja Negra ser a mais indicada, um dos objectivos do trabalho é a utilização da cereja do Fundão.

## 5.2 Ensaios Laboratoriais

### 5.2.1 Fermentação de Fruta

Embora um dos principais objetivos do projeto seja a utilização da cereja do Fundão, na altura que decorreram os ensaios laboratoriais não existia este tipo de cereja disponível em stock para analisar. Desta forma realizaram-se os ensaios com frutas cujas características fossem próximas da cereja.



Figura 8. Amostras início de fermentação, A - amoras inteiras, B - amoras trituradas, C - groselhas e D - framboesas.



Figura 9. Amostras fim de fermentação, A - amoras inteiras, B - amoras trituradas, C - groselhas e D - framboesas.

Analisando visualmente os matrizes das figuras 8 e 9 verifica-se que a degradação da parede celular da fruta não ocorreu por completo, talvez com um tempo de maturação alargado a decomposição fosse completa. Para aumentar a eficiência do processo e diminuir custos de produção foi selecionada fruta triturada, ou seja, polpa de fruta. Observando a cor das amostras antes e depois da fermentação podemos concluir que a decomposição de frutas diferentes confere propriedades distintas à cerveja.

### 5.2.2 Fermentação de diferentes tipos de cereja

Foram realizados ensaios de fermentação aos três tipos de cereja com uma cerveja base. Na tabela 5 é possível observar os resultados das análises físico-químicas da cerveja base fermentada sem adição de fruta e das cervejas com fruta, já depois de fermentadas.

Tabela 5. Propriedades físico-químicas das cervejas fermentadas com diferentes tipos de cereja

Amostra	Extrato Primitivo °P	Álcool % (v/v)	Extrato Real °P	Atenuação Real %	pH	Coloração EBC	Diacetilo mg/L
Base	12,06	4,86	4,71	63,0	4,48	13,5	-
Fundão	13,00	5,73	4,37	68,0	4,12	22,2	0,70
Griotte	12,29	5,45	4,02	68,7	3,81	17,7	0,90
Negra	13,05	5,81	4,27	68,8	3,92	21,5	0,70

Comparando os valores da cerveja base com o final da fermentação detetamos uma diminuição do pH, aumento de álcool e de extrato. Aumentando a concentração de açúcares do meio é de esperar a diminuição do pH e o aumento da percentagem de álcool, pois as leveduras presentes no mosto vão fermentar os açúcares da fruta adicionada. A cerveja foi considerada pronta quando a concentração de diacetilo atingiu valores reduzidos, ou seja, valores inferiores a 0,5 mg/L para este estilo de cerveja.

As amostras foram analisadas sensorialmente através de uma prova de preferência, na tabela 6 estão apresentados os resultados da análise.

Tabela 6. Resultados da análise sensorial das cervejas fermentadas com diferentes tipos de cereja

Amostra	Preferência				Avaliação Global Média*
	Cor	Aroma	Sabor	Global	
Fundão	3	2	1	1	-0,5
Griotte	1	3	3	2	-0,6
Negra	2	1	2	3	-0,7

Em termos sensoriais, a escolha da cereja mais indicada para o processo foi dificultada, pois em termos visuais a cereja Griotte tem melhor desempenho, enquanto que em termos de sabor a cereja do Fundão é a preferida. A cereja Negra é preferida em aroma.

Para a realização dos ensaios na instalação piloto foi selecionada uma mistura das 3 cerejas, desta forma é possível enaltecer as qualidades dos 3 tipos de cereja diminuindo os seus defeitos. Após discussão interna, a percentagem utilizada no fabrico da cerveja final foi de 60% de Griotte, 20% de cereja Negra e 20% cereja do Fundão.

## 5.3 Fabricos de cerveja

As fermentações das 4 cervejas produzidas foram semelhantes em termos de comportamento, no anexo D estão presentes os valores completos das fermentações. Na figura 10, estão representados os valores obtidos ao longo do processo fermentativo da cerveja A.

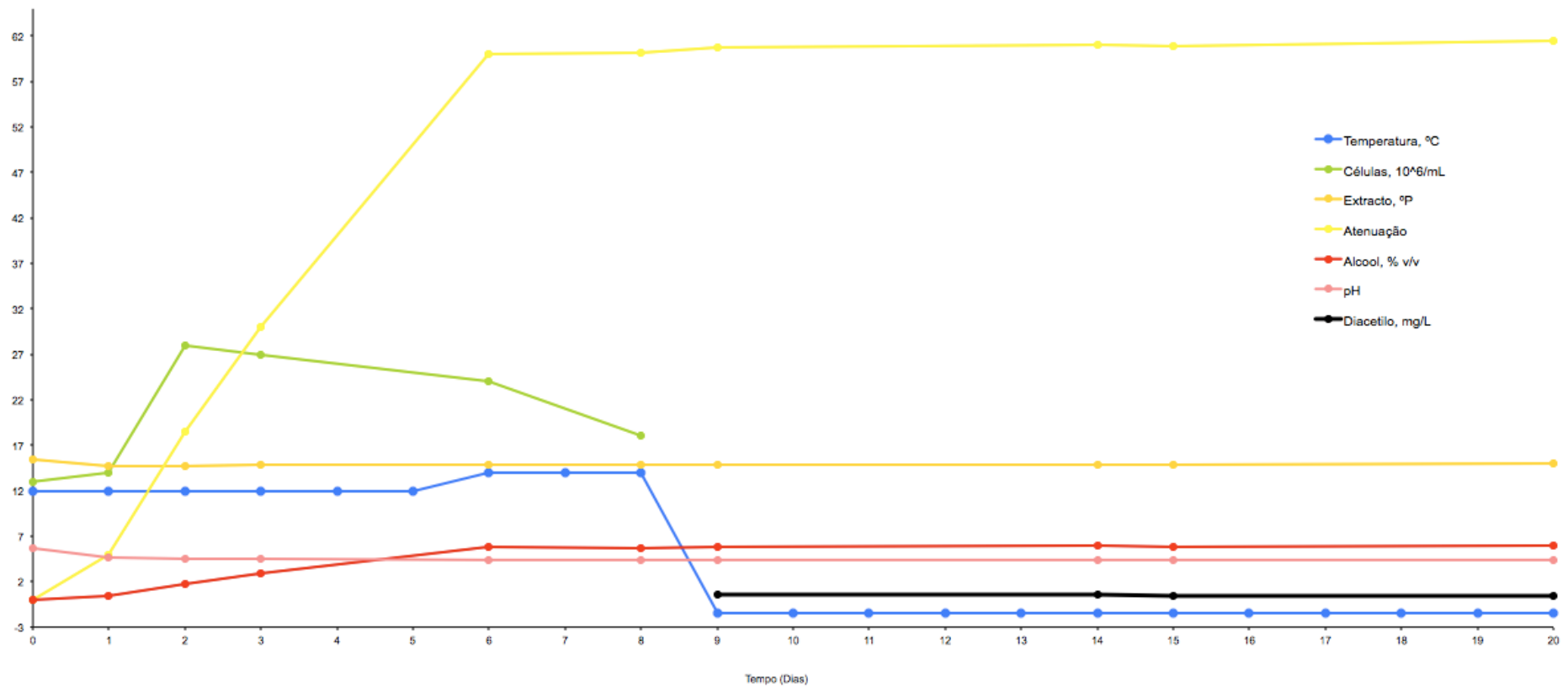


Figura 10. Gráfico de fermentação da cerveja A.

Analisando o gráfico, figura 10, é possível observar o comportamento dos resultados da fermentação alcoólica, sendo que os açúcares diminuem enquanto a percentagem de álcool e atenuação aumentam. A quantidade de leveduras aumenta ao longo do tempo de fermentação até atingir um valor máximo do número de células. Assim que a quantidade de açúcares diminui, as leveduras entram em stress e, pela falta de nutrientes, a sua quantidade diminui. Quando a atenuação atinge o valor limite, a produção de álcool e utilização de açúcares estagna, nesse momento a cerveja está pronta para a maturação.

A temperatura é reduzida para estabilizar a levedura facilitando a sua precipitação no fundo da cuba. Posteriormente, é efetuada a purga de levedura e medição de diacetilo. Quando os valores de diacetilo atingem o esperado a cerveja é preparada para filtração.

As cervejas produzidas depois de pasteurizadas são submetidas aos testes físico-químicos e microbiológicos. Na tabela 7 é possível visualizar os parâmetros finais das cervejas A, B1, B2 e C.

Tabela 7. Propriedades físico-químicas e microbiológicas das cervejas engarrafadas A, B1, B2 e C

Amostra	A	B1	B2	C
Extrato Primitivo, °P	14,40	14,26	14,96	14,70
Álcool, % (v/v)	5,75	5,75	5,97	5,90
Extrato Real, °P	5,83	5,68	6,10	5,78
Atenuação, %	61	62	61	61
pH	4,44	4,53	4,53	4,40
Coloração, EBC	13,4	12,7	13,3	9,6
Amargor, UA	14	14	11	22
Turvação 20°C, EBC	1,00	1,00	2,08	0,96
Turvação total, EBC	12,6	8,80	10,40	10,6
Diacetilo, mg/L	0,44	0,20	0,30	0,48
Estabilidade da Espuma, s	209	238	227	200
SO <sub>2</sub> , mg/L	7	1	1	8
CO <sub>2</sub> , mg/L	5,4	4,9	4,8	5,1
Contagem de Células	0	0	0	0
Microrganismos Nocivos	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

As cervejas produzidas encontram-se entre os valores esperados de extrato, amargor e álcool. Contudo, os valores de pH são mais elevados do que as cervejas de mercado. O facto de se utilizar menor quantidade de fruta e não se adicionar sumo no final fez com que o pH não diminuísse.

Comparando os valores das quatro cervejas produzidas, não se encontram diferenças significativas a não ser na quantidade de SO<sub>2</sub> produzida. A levedura Lager tem uma produção superior à levedura Ale e à mistura “Wild”, como é possível observar pelos valores obtidos para as cervejas A e C, que são significativamente superiores a B1 e B2.

Nas análises microbiológicas de pesquisa de organismos nocivos obteve-se zero unidades formadoras de colónias e, como tal, são satisfatórias. A contagem de células é referente à quantidade de microrganismos não nocivos.

Foi realizada uma análise sensorial às várias cervejas produzidas e os seus resultados estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8. Resultados da análise sensorial das cervejas A, B1, B2 e C

Amostra	Preferência				Avaliação Global Média*
	Cor	Aroma	Sabor	Global	
A	1	2	1	1	-0,1
B1	2	2	4	3	-0,4
B2	1	1	3	4	-0,3
C	2	1	2	2	-0.1

Através da avaliação organolética das cervejas produzidas é possível afirmar que nas quatro cervejas a cor e aroma a cereja não atingiram os objetivos esperados. Todas as cervejas apresentavam uma cor castanha e não vermelha, como esperado dos ensaios laboratoriais. O aroma a cereja estava presente, mas em quantidades reduzidas, sendo facilmente confundido pelos aromas da cerveja. Na avaliação global foram apontados os atributos de simples e aguada às cervejas A e B.

Avaliando o sabor facilmente se destinge o tipo de levedura utilizada, as cervejas A e B foram as preferidas, sendo a levedura Lager, utilizada no seu fabrico, a que contribuía menos com álcoois e esteres. A cerveja B1, fabricada com a mistura Wild, tinha um carácter mais ácido e amargo. Por fim, na cerveja B2 era identificável os esteres produzidos pela levedura Ale, que atribuíam um sabor frutado à cerveja.

Globalmente, a cerveja A foi a preferida das 4 analisadas. Com os resultados obtidos foi formulada a receita da produção final.

Não existindo diferenças de cor e aroma entre as diferentes etapas de adição de fruta ao processo, foi escolhida a adição na etapa de ebulição, para a produção final. Além disso, aumentou-se a percentagem de polpa adicionada para 15%. A adição da fruta no final da ebulição permite um melhor manuseamento das matérias-primas diminuindo o risco de contaminação.

Em termos de levedura, foi escolhida a Lager como a mais estável para a produção final, pois esta contribui menos para o sabor da cerveja deixando as características da cereja e do malte realçados.

De forma a melhorar a cor e corpo do produto final foi escolhido o malte CaraRed para ser adicionado à formulação. Este malte mais tostado contribui com doçura e cor à cerveja.

Para obter a cor vermelha na cerveja final foram realizados ensaios, à escala laboratorial, de acerto de cor pela adição de sumo de cereja concentrado e foi comparada a cerveja filtrada com a não filtrada, sendo que a primeira apresenta uma quantidade maior de partículas em suspensão. Na tabela 9 é possível observar os resultados dos ensaios de adição de sumo.

Tabela 9. Resultados da análise sensorial da cerveja A submetida a diferentes acertos.

Cerveja Base	Receita	Preferência Global	Avaliação Global
A	Não Filtrada	3	-0,7
	Filtrada	4	-0,7
	1% Sumo de cereja	5	-1,1
	3 % Sumo de cereja	1	-0,3
	2% Sumo de Cereja + 0,5 % Sumo de Sabugueiro	2	-0,5

A adição de 3% de sumo de cereja à cerveja final atribui a cor vermelha desejada ao produto. A cerveja não filtrada tem uma melhor espuma e cor que a não filtrada.

Sabendo que é possível acertar a cor da cerveja com a adição de sumo de cereja foi alterado o plano inicial. Em vez de adicionar uma mistura de 3 cerejas foi escolhida a cereja Portuguesa do Fundão como a matéria-prima a utilizar, pois esta atribui o melhor sabor ao produto, mas não a melhor cor.



### 5.3.1 Maturação

Os ensaios de maturação foram efetuados com a cerveja A, em que uma parte foi maturada na barrica de vinho do porto, AP, enquanto que outra parte maturou com lascas de carvalho, AL, numa cuba da instalação piloto. Por erros de comunicação as amostras da cerveja AL foram destruídas não existindo valores de produto engarrafado.

Na tabela 10 estão apresentados os valores obtidos ao final de um mês de maturação das cervejas A e AP.

Tabela 10. Propriedades físico-químicas e microbiológicas das cervejas engarrafadas A e AP

Amostra	A	AP
Extrato Primitivo, °P	14,40	14,76
Álcool, % (v/v)	5,75	6,10
Extrato Real, °P	5,83	5,67
Atenuação, %	61	63
pH	4,44	3,79
Coloração, EBC	13,4	14,9
Amargor, UA	14	15
Turvação 20°C, EBC	1,0	56,0
Turvação total, EBC	12,6	98,3
Diacetilo, mg/L	0,71	0,80
Estabilidade da Espuma, s	209	170
SO <sub>2</sub> , mg/L	7	9
CO <sub>2</sub> , mg/L	5,4	4,8
Contagem de Células	0	0
Microrganismos Nocivos	Satisfatório	Satisfatório

A maturação foi controlada semanalmente através de provas sensoriais das três cervejas, sendo que ao final de um mês as características como sabor a madeira, aroma vínico e notas de baunilha estavam presentes no produto.

No final de um mês, a cerveja AP apresentava características vínicas, sabor e aroma ligeiro a vinho do porto assim como sabor de madeira.

No caso da cerveja AP, durante o processo de maturação ocorria passagem da cerveja para os poros da madeira e posterior passagem de volta para a mistura. Este processo designado em vinhos como “respirar da barrica” dissolve na cerveja os taninos da madeira e os compostos de vinho do porto presentes nos poros. A cerveja maturada em barrica de vinho do Porto aumentou o seu teor de álcool, açúcares e turvação.

### 5.3.2 Produto final

A cerveja D foi produzida com uma formulação que confere maior quantidade de açúcares à cerveja final aumentando o grau de extrato e o teor de álcool. Esta cerveja é mais doce do que as produzidas anteriormente. Na figura 11, está representado o diagrama de fermentação da cerveja D.

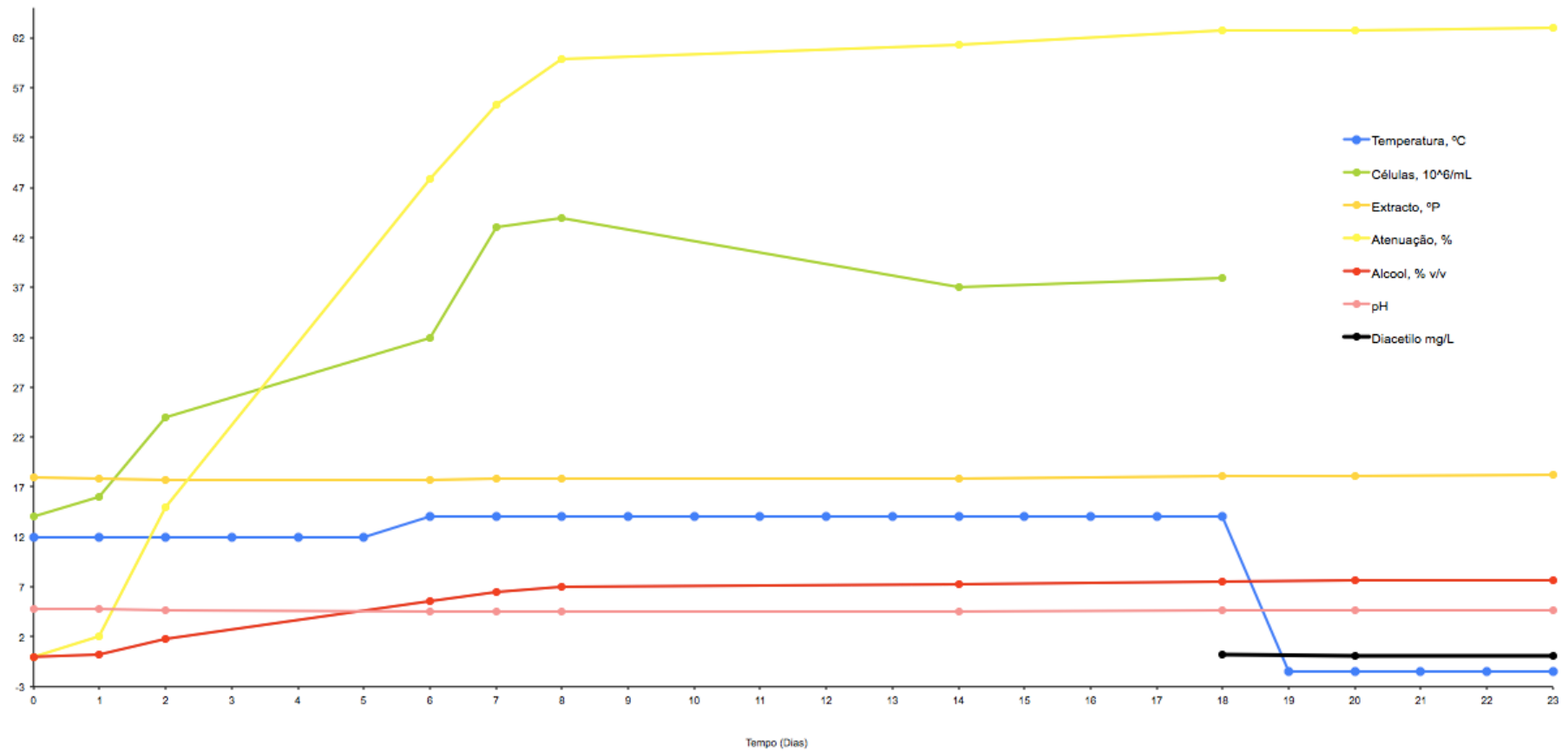


Figura 11. Gráfico de fermentação da cerveja D.

Foi produzida laboratorialmente a cerveja A\*, a partir da cerveja A, com adição de 3% de sumo de cereja e 2% de sacarose, de forma a verificar se estas alterações teriam uma maior aceitação da cerveja no mercado.

Além disso, uma porção do volume de cerveja D, depois de fermentada, foi maturada em barrica de vinho do porto, cerveja DP.

Na tabela 11, estão apresentados os resultados das análises às cervejas A\*, D e DP.

Tabela 11. Propriedades físico-químicas e microbiológicas das cervejas engarrafadas A\*, D e DP

Amostra	A*	D	DP
Extrato Primitivo, °P	15,60	17,73	17,83
Álcool, % (v/v)	5,75	7,36	7,89
Extrato Real, °P	7,08	6,99	6,90
Atenuação, %	57	63	64
pH	4,06	4,59	4,42
Coloração, EBC	21,4	26,1	27,1
Amargor, UA	15	13	13
Turvação 20°C, EBC	6,70	1,04	54,00
Turvação total, EBC	74,1	23,9	95,00
Diacetilo, mg/L	0,71	0,50	0,60
Estabilidade da Espuma, s	244	226	220
SO <sub>2</sub> , mg/L	8	2	4
CO <sub>2</sub> , mg/L	4,9	4,7	4,9
Contagem de Células	0	0	0
Microrganismos Nocivos	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

As cervejas escolhidas internamente como as “melhores” foram submetidas a uma prova sensorial de preferência. Na tabela 12 encontram-se os resultados obtidos.

Tabela 12. Resultados da análise sensorial das cervejas A, AP, A\*, D e DP

Amostra	Preferência				Avaliação Global Média*
	Cor	Aroma	Sabor	Global	
A	5	5	5	5	-0,5
AP	3	4	3	3	-0,5
A*	1	2	2	2	0,2
D	2	1	1	1	0
DP	4	3	4	4	-0,4

Após a análise sensorial, verificou-se que a cerveja D, formulada após ter em consideração os resultados obtidos ao longo do projeto, foi a preferida pelo painel de provadores. Muito próxima da cerveja D em preferência está a cerveja A\*, pois os acertos de doçura e cor transformaram a cerveja num produto melhor. Verifica-se que as cervejas maturadas em barrica não foram preferidas.

## 6 Conclusões

Ao longo deste projeto foram criadas várias cervejas do estilo Kriek, cada uma delas única à sua maneira. A utilização de diferentes matérias-primas e métodos de produção em cada fabrico, deu origem a características distintas nas cervejas criadas e, através de análises físico-químicas e sensoriais, foi possível identificar os melhores atributos de cada cerveja. A análise dos resultados obtidos permitiu formular a cerveja D.

Observando os resultados de preferência das cervejas A, B1, B2 e C, apresentados na tabela 8, podemos concluir que não existe diferenciação no parâmetro sensorial cor e aroma e, como tal, foi escolhida a etapa de ebulição para adicionar a cereja, no fabrico da cerveja D.

Através dos resultados obtidos para as cervejas A, B1, B2 e C, concluiu-se ainda que a mistura de cerejas não atribui as qualidades desejadas ao produto e, por isso, a cereja do fundão foi o fruto utilizado na produção final. De forma a acertar os parâmetros de cor foi utilizado sumo de cereja, a sua concentração foi obtida segundo os resultados expostos na tabela 9.

Os ensaios de maturação permitiram concluir que, para este tipo de cerveja, o tempo ideal de maturação na presença de carvalho é um mês. No final do tempo de maturação os compostos da madeira e do líquido previamente utilizado na barrica, são transferidos para a cerveja. Verificou-se que a cerveja maturada em barrica adquire propriedades vínicas, aroma a baunilha e aroma torrado. Estas conclusões foram obtidas através da análise das provas de preferência realizadas ao longo dos ensaios.

A cerveja D foi produzida com adição de malte torrado, CaraRed e fabricada de forma a que, o extrato final fosse mais elevado, para que adquirisse mais corpo e doçura. Observando os valores da tabela 11 verifica-se que as alterações realizadas a receita modificaram significativamente as características físico-químicas da cerveja. Podemos concluir, com as provas de preferência, tabela 12, que estes acertos aumentaram a doçura do produto, harmonizando com os aromas da cereja e com as propriedades adquiridas na maturação em barricas de carvalho francês.

Todo o trabalho executado foi importante para aumentar os conhecimentos da empresa sobre a classe de cerveja Kriek e do comportamento das suas matérias-primas. Os objetivos propostos no início do estágio foram concretizados, no final de nove meses de trabalho foi criada uma Fruitbeer Kriek artesanal que cumpria os requisitos exigidos pela empresa.

## 7 Trabalho Futuro

No futuro seria de interesse testar diferentes tipos de fruta na produção de Fruitbeer pois, frutos mais aromáticos do que cerejas, como amoras, mirtilos, framboesas ou pêssegos, poderiam aumentar o carácter frutado na cerveja.

Testar formulações diferentes em termos de amargor e lúpulo adicionado permitiriam criar cervejas diferentes. Tradicionalmente, a contribuição do lúpulo para as cervejas Kriek é como estabilizador de espuma e estabilizador microbiológico. Contudo, existem centenas de lúpulos diferentes que transmitem sabores e aromas distintos para a cerveja. O balanço entre amargo e doce, apesar de difícil de concretizar, poderia criar uma cerveja agradável para o consumidor.

Outro fator que poderia ser alterado seria a cerveja base, ou seja, em vez de trigo, utilizar uma cerveja Porter ou Stout. No entanto, o produto iria apresentar uma cor escura associada ao estilo em vez da cor do fruto adicionado. A vantagem da utilização de uma outra cerveja base é que as notas doces e queimadas da cerveja poderiam harmonizar com a fruta adicionada.

Além do que foi referido anteriormente, seria interessante melhorar a compreensão de maturação em barricas de carvalho, avaliando o perfil sensorial que diferentes barricas atribuem à mesma cerveja. Uma barrica de vinho do porto seguramente transmite um sabor diferente do que uma barrica utilizada para Rum ou Whisky.

Por fim, testar a harmonização da cerveja D com diferentes alimentos seria um trabalho de desenvolvimento bastante interessante. A figura seguinte apresenta uma possível harmonização de uma Kriek com diferentes alimentos.

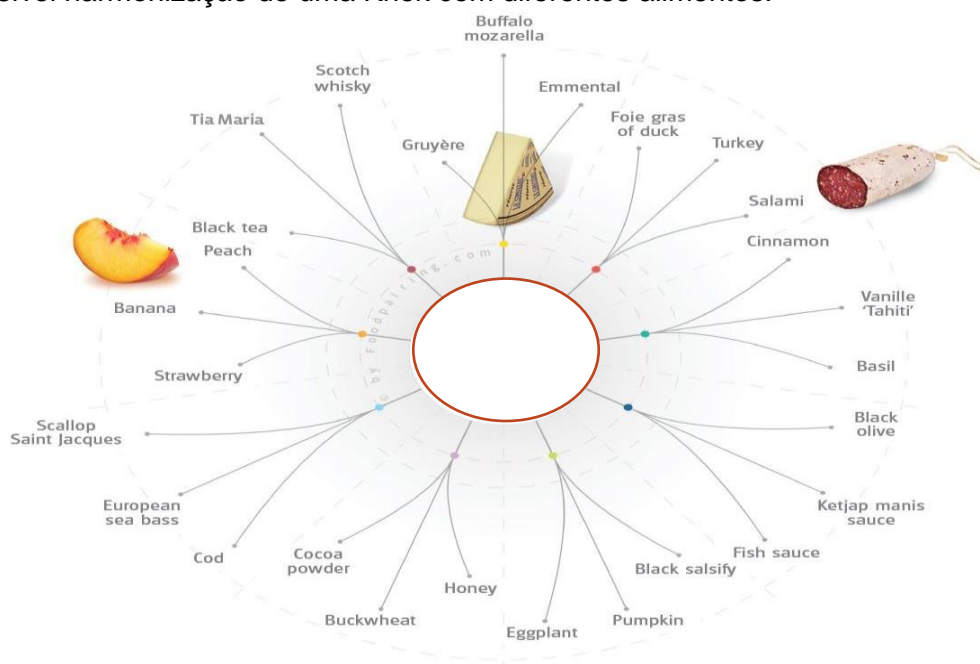


Figura 12. Harmonização de cerveja Kriek com diferentes alimentos.

## 8 Bibliografia

- Braumeister, S., 2014. Operating Instructions. , (November).
- Browning, M., 2014. The Effects of Temperature on Major Beer Compounds During Barrel Maturation. , 51(1), pp.12–18.
- Daenen, L. et al., 2008. Evaluation of the glycoside hydrolase activity of a *Brettanomyces* strain on glycosides from sour cherry (*Prunus cerasus* L.) used in the production of special fruit beers. *FEMS yeast research*, 8(7), pp.1103–14. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18673394> [Accessed September 14, 2016].
- England, K., Winnie, M. & Wheeler, T., 2015. 2015 STYLE GUIDELINES Beer Style Guidelines.
- Jourdes, M. et al., 2011. Identification, amounts, and kinetics of extraction of C-glucosidic ellagitannins during wine aging in oak barrels or in stainless steel tanks with oak chips. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 401(5), pp.1531–9. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21479542> [Accessed September 14, 2016].
- Keersmaecker, J. De, 1996. The Mystery of Lambic Beer. *Scientific American*, 275(2), pp.74–80. Available at: <http://www.nature.com/doifinder/10.1038/scientificamerican0896-74>.
- Kunze, W., 2004. *Technology Brewing and Malting* 3<sup>a</sup> ed., VLB Berlin.
- Lam, K.C., Foster, R.T. & Deinzer, M.L., 1986. Aging of Hops and Their Contribution to Beer Flavor. , (Lc), pp.763–770.
- Mignani, A.G. et al., 2013. Optical measurements and pattern-recognition techniques for identifying the characteristics of beer and distinguishing Belgian beers. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 179, pp.140–149. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925400512010532> [Accessed September 14, 2016].
- Niu, Y. et al., 2011. Characterization of odor-active compounds of various cherry wines by gas chromatography-mass spectrometry, gas chromatography-olfactometry



and their correlation with sensory attributes. *Journal of chromatography. B, Analytical technologies in the biomedical and life sciences*, 879(23), pp.2287–93. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21727038> [Accessed September 14, 2016].

Oliver, G., 2012. *The Oxford Companion To Beer*, New York: Oxford University Press.

Pires, E. & Brányik, T., 2015. *Biochemistry of Beer Fermentation*, Springer.

Ray, D., 2000. *Designing Great Beers*, Brewers Publications.

Sanchez, V., Baeza, R. & Chirife, J., 2015. Comparison of monomeric anthocyanins and colour stability of fresh, concentrate and freeze-dried encapsulated cherry juice stored at 38°C. *Journal of Berry Research*, 5(4), pp.243–251. Available at: <http://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/JBR-150106> [Accessed September 14, 2016].

Spitaels, F., Van Kerrebroeck, S., et al., 2015. Microbiota and metabolites of aged bottled gueuze beers converge to the same composition. *Food microbiology*, 47, pp.1–11. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25583332> [Accessed September 14, 2016].

Spitaels, F., Wieme, A.D., et al., 2015. The microbial diversity of an industrially produced lambic beer shares members of a traditionally produced one and reveals a core microbiota for lambic beer fermentation. *Food microbiology*, 49, pp.23–32. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25846912> [Accessed September 14, 2016].

Spitaels, F. et al., 2014. The microbial diversity of traditional spontaneously fermented lambic beer. *PloS one*, 9(4), p.e95384. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3991685&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed September 14, 2016].

Steenackers, B., De Cooman, L. & De Vos, D., 2015. Chemical transformations of characteristic hop secondary metabolites in relation to beer properties and the brewing process: a review. *Food chemistry*, 172, pp.742–56. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25442616> [Accessed September 14, 2016].

- Steiner, E. et al., 2012. Comparison of beer quality attributes between beers brewed with 100% barley malt and 100% barley raw material. *Journal of the science of food and agriculture*, 92(4), pp.803–13. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21969182> [Accessed September 14, 2016].
- Steiner, E. et al., 2011. Influence of the malting parameters on the haze formation of beer after filtration. *European Food Research and Technology*, 233(4), pp.587–597. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s00217-011-1547-0> [Accessed September 14, 2016].
- Swersey, C., 2015. Brewers Association 2015 Beer Style Guidelines.
- Unicer, 2004a. *Álcool, extrato e grau de fermentação pelo auto-analisador Anton Paar*, Porto.
- Unicer, 2004b. *Amargor da Cerveja: Método Espectrofotométrico*, Porto.
- Unicer, 2004c. *Análise Sensorial: Controlo Organolético*, Porto.
- Unicer, 2004d. *Contagem de Células de Levedura pelo contador electrónico*, Porto.
- Unicer, 2004e. *Determinação do SO<sub>2</sub> em cervejas: Sistema em fluxo segmentado(SKALAR)*, Porto.
- Unicer, 2004f. *Diacetilo na cerveja: Método cromatografia por GC*, Porto.
- Unicer, 2004g. *Dióxido de carbono em garrafa: método CarboQC*, Porto.
- Unicer, 2004h. *Estabilidade da espuma na cerveja: Método de NIBEM*, Porto.
- Unicer, 2004i. *Estabilidade Organoléptica e Preferência de Produto*, Porto.
- Unicer, 2016a. História da cerveja. Available at: <http://unicer.pt/pt/home-pt/marcas/cervejas/historia-da-cerveja>.
- Unicer, 2016b. *Produção de Cerveja*, Porto.
- Unicer, 2004j. *Quantificação de organismos nocivos e não nocivos na cerveja*, Porto.
- Unicer, 2016c. Tipos de Cerveja. Available at: <http://unicer.pt/pt/home-pt/marcas/cervejas/tipos-de-cerveja>.

- Unicer, 2004k. *Turvação da cerveja a 20 °C: Pelo turbidímetro HZ-013*, Porto.
- Unicer, 2004l. *Turvação total da cerveja*, Porto.
- Vaughan, A. et al., 2005. Enhancing the Microbiological Stability of Malt and Beer – A Review. , 111(4), pp.355–371.
- Willaert, R., 2007. The Beer Brewing Process: Wort Production and Beer Fermentation. , pp.441–504.
- Wyller, P. et al., 2015. Effect of oak wood on the quality of beer. *Journal of the Institute of Brewing*, 121(1), pp.62–69. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1002/jib.190> [Accessed September 14, 2016].
- Zhang, B. et al., 2015. A review of polyphenolics in oak woods. *International journal of molecular sciences*, 16(4), pp.6978–7014. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4425000&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed September 14, 2016].

### 9.1 Boletim de Análise de qualidade organolética



### AVALIAÇÃO GLOBAL

- PESOS**

- Assinatura \_\_\_\_\_

Nº Mecan. \_\_\_\_\_

**Data** \_\_\_\_\_

## 9.2 Boletim da prova de preferência

## Avaliação Organolética

Nome do Projeto:	
Data:	
Nome do Proveedor:	
Número Mecanográfico:	

[illegible]

### 9.3 Planeamento de fabrico

Os dados apresentados são meramente exemplares do planeamento realizado em todos os fabricos na Instalação Piloto.

UNICER S.A.  
Minifábrica e IP

Instalação

Código de Material

Lote SAP

IP

MAPA DE FABRICO  
Centro de Produção de Leão do Balão

Data

Lote QM

Fabrico Nº

Ordem de Fabrico Nº

IP1402.01

Matérias Primas

MALTES

LOTE

QUANT.(kg)

Malte Pilsen

150,0

Malte Trigo

0,0

TOTAL MALTE (kg)

150,0

GRITZ

LOTE

QUANT.(kg)

TOTAL GRITZ (kg)

0,0

Outros

LOTE

QUANT.(kg)

L

°C

Kg

°C

min

°C

min

°C/min

min

°C

min

°C/min

min

°C

L

Lote

g

Lote

g

Lote

Caldeira de Empastagem/Sac.

Água

450

L

°C

Empastagem

15

min

50

°C

Est 2º patamar

20

min

68

°C

Agu 3º patamar

4

min

1

°C/min

Est 3º patamar

30

min

72

°C

Aquecimento 78 °C

3

min

78

°C

L

Kg

Lote

L

Kg

Lote

g

Lote

Kg

Lote

Kg

Lote

g

Lote

Filtro de Mosto

Início Filtração

78

°C

L/h

15

min repouso

Ext. Mosto Denso

21,0

°P

pH Mosto Denso

6,00

recirculação

Início 1ª Lavagem

L

°C

L/h

Fim 1ª Lavagem

L

°C

L/h

Início 2ª Lavagem

L

°C

L/h

Fim 2ª Lavagem

L

°C

L/h

Início 3ª Lavagem

L

°C

L/h

Fim 3ª Lavagem

L

°C

L/h

Início 4ª Lavagem

L

°C

L/h

Fim 4ª Lavagem

L

°C

L/h

Ext. Últimas Águas

3,5

°P Caldeira:

L

pH Últimas Águas

6

Ext.

°P, pH

Início Filtração

°C

Fim Filtração

°C

Caldeira de Ebulição

Início Aquecimento

700

L

°C

Ext. Início Ebulição

15

°P

pH Início Ebulição

5,8

Estacionamento

70

min

102

°C

Ext. Fim Ebulição

16

°P

pH Fim Ebulição

5,80

U.A. Fim Ebulição

30

Evaporação

6

%

L

0,00

Kg

Lote

L

0,00

Kg

Lote

Kg

Lote

Kg

Lote

g

Lote

Nugget

0,17

Kg

Lote

Início de ebulição

Cereja

50

Kg

Lote

Refrementação

27

g

Lote

Kg

Lote

Decantador

Tempo de repouso

15

min

Arrefecedor de Mosto

Mosto Frio

600

L

9

°C

Ext. Mosto Frio

15,8

°P

pH Mosto Frio

5,78

Cor Mosto Frio

10,9

EBC

U.A. Mosto Frio

29

UA

Levedura de sementeira

Nº células

mlh/mL

Lote SAP

Células mortas

%

TS+nº. trab

Sementeira

15

mlh/mL

Massa

#DIV/0!

Kg

\* Negativo - Não apresenta coloração

Positivo - Apresenta coloração rosa, violeta ou azulada

## 9.4 Dados das fermentações

Em tabela estão representados os valores das fermentações das cervejas produzidas durante o projeto, A, B1, B2, C e D, respetivamente.

Cerveja	A									
Dias de fermentação	0	1	2	3	6	8	9	14	15	20
Temperatura, °C	12,0	12,0	12,0	12,0	14,0	14,0	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
Extrato Primitivo, °P	15,39	14,77	14,74	14,8	14,9	14,68	14,84	14,9	14,83	14,94
Álcool, % (v/v)	0,00	0,47	1,77	2,88	5,84	5,75	5,88	5,93	5,89	6,00
Extrato Real, °P	15,30	14,10	12,19	10,61	6,23	6,13	6,10	6,09	6,08	6,04
Atenuação Real, %	0	4,9	18,5	30	60,1	60,2	60,8	61,1	60,9	61,5
pH	5,73	4,66	4,54	4,52	4,39	4,42	4,4	4,42	4,39	4,39
Coloração, EBC	11,2	15,9	16,1	15,7	15,2	14,9	14,9	14,8	15,7	15,3
Contagem células, 10 <sup>6</sup> /mg	13	14	28	27	24	18	-	-	-	-
Diacetilo, mg/L	-	-	-	-	-	-	0,61	0,53	0,44	0,43

Cerveja	B1									
Dias de fermentação	0	1	2	3	4	7	10	15	16	21
Temperatura	12,0	12,0	12,0	12,0	14,0	14,0	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
Extrato Primitivo, °P	15,39	15,38	15,32	15,15	15,22	15,36	15,33	15,37	15,34	15,54
Álcool, % (v/v)	0,00	0,21	0,99	3,81	4,68	5,91	6,04	6,14	6,12	6,27
Extrato Real, °P	15,15	15,09	13,91	9,59	8,35	6,63	6,4	6,28	6,27	6,27
Atenuação Real, %	0,0	2,10	9,90	38,6	47,2	58,9	60,3	61,1	61,1	61,6
pH	5,00	4,97	4,78	4,44	4,44	4,5	4,5	4,5	4,47	4,46
Coloração, EBC	17,2	18,60	18,10	16,9	16,6	17,4	16,5	16,4	17,3	17,9
Contagem células, 10 <sup>6</sup> /mg	14	15	22	49	48	19	-	-	-	-
Diacetilo, mg/L	-	-	-	-	-	-	0,64	0,23	0,19	0,17

Cerveja	B2										
Dias de fermentação	0	1	2	3	4	7	10	15	16	21	22
Temperatura, °C	12,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
Extrato Primitivo, °P	15,39	15,37	15,34	15,29	15,42	15,48	15,28	15,51	15,51	15,37	15,39
Álcool, % (v/v)	0,00	0,29	1,09	3,52	5,06	5,95	5,93	6,13	6,2	6,11	6,22
Extrato Real, °P	15,15	14,95	13,39	10,17	7,98	6,69	6,51	6,45	6,35	6,32	6,18
Atenuação Real, %	0,0	2,90	10,90	35,3	50,3	58,8	59,4	60,4	61,1	60,9	61,8
pH	5,00	4,92	4,68	4,32	4,34	4,42	4,47	4,46	4,49	4,47	4,46
Coloração, EBC	17,2	17,70	18,50	16,3	16,2	18,7	16,3	16,7	17	20,6	16,5
Contagem células, 10 <sup>6</sup> /mg	14	15	16	26	38	27	20	-	-	-	-
Diacetilo, mg/L	-	-	-	-	-	-	-	1,08	0,34	0,27	0,28

Cerveja	C												
Dias de fermentação	0	1	2	3	4	5	8	9	10	11	16	21	22
Temperatura, °C	12,0	12,0	12,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	-1,5	-1,5	-1,5
Extrato Primitivo, °P	14,78	14,74	14,77	14,85	14,83	14,96	14,84	14,97	15,02	15,07	14,77	14,73	14,86
Álcool, % (v/v)	0,00	3,01	3,37	4,25	4,79	5,45	5,65	5,77	5,86	5,91	5,77	5,78	5,9
Extrato Real, °P	14,6	10,36	9,85	8,62	7,77	6,9	6,47	6,41	6,34	6,31	6,21	6,14	6,1
Atenuação Real, %	0,0	31,40	35,10	43,9	49,6	55,9	58,4	59,1	59,8	60,1	59,9	60,2	60,9
pH	5,78	4,79	4,76	4,67	4,63	4,67	4,73	4,73	4,74	4,74	4,47	4,41	4,4
Coloração, EBC	10,9	8,20	8,30	8,8	8,7	8,5	9,2	8,5	8,7	8,4	10,1	10,8	10,9
Contagem células, 10 <sup>6</sup> /mg	14	16	20	28	30	11	7	4	4	-	-	-	-
Diacetilo, mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,03	0,54	0,48	0,47



Cerveja	D									
Dias de fermentação	0	1	2	6	7	8	14	18	20	23
Temperatura, °C	12,0	12,0	12,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	-1,5	-1,5
Extrato Primitivo, °P	17,86	17,9	17,68	17,68	17,83	17,87	17,9	18,1	18,1	18,2
Álcool, % (v/v)	0,00	0,25	1,74	5,58	6,51	7,07	7,27	7,52	7,6	7,6
Extrato Real, °p	17,56	17,51	15,24	9,64	8,4	7,59	7,36	7,19	7,17	7,16
Atenuação Real, %	0,0	2,1	15,0	47,9	55,3	59,9	61,3	62,7	62,8	63,0
pH	4,85	4,74	4,61	4,49	4,52	4,54	4,56	4,65	4,64	4,61
Coloração, EBC	32,9	32,4	32,4	29	28,4	28,8	29	27,8	26	25,9
Contagem células, 10 <sup>6</sup> /mg	14	16	24	32	43	44	37	38	-	-
Diacetilo, mg/L	-	-	-	-	-	-	-	0,24	0,10	0,09